

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 05.04.01 «Геология»  
Отделение геологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

| Тема работы   |
|---|
| <b>ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЛОГИЯ<br/>ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СНЕЖНОГО НЕФТЯНОГО<br/>МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b> |

УДК 553.982:552.578.3(571.16)

Студент

| Группа | ФИО                        | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ6Б  | Грачев Сергей Владимирович |         |      |

Руководитель

| Должность   | ФИО                                   | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ИШПР | Краснощекова<br>Любовь<br>Афанасьевна | к.г.-м.н.,<br>доцент      |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность     | ФИО                              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор ШИП | Матюгина Элеонора<br>Григорьевна | д.э.н.,<br>профессор      |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность       | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент ИШНКБ | Авдеева Ирина<br>Ивановна |                           |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП   | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ответственный за<br>профиль подготовки<br>«Нефтегазопромисловая<br>геология» | Тен Татьяна<br>Георгиевна | к.г.-м.н.,<br>доцент      |         |      |

Томск – 2018 г.

**Результаты обучения**  
**по основной образовательной программе 05.04.01 Геология**

| Код результата                      | Результат обучения (выпускник должен быть готов)   |
|-------------------------------------|--|
| <i>Профессиональные компетенции</i> |  |
| P1                                  | Выпускник готов применять глубокие базовые и специальные естественнонаучные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач обеспечения минерально-сырьевой базы и рационального природопользования  |
| P2                                  | Выпускник способен производить подсчет запасов и оценку ресурсов, провести поиск и подбор максимально рентабельных технологий добычи, схем вскрытия руды на месторождениях, осуществлять геологическое сопровождение разработки месторождений нефти и газа. Способен, выполнять моделирование для оценки достоверности запасов и выбора кондиционных параметров, разработать ТЭО кондиций для участков выборочной детализации. |
| P3                                  | Выпускник способен осуществлять поиски и разведку месторождений нефти, газа, газового конденсата; организовать и провести сбор, анализ и обобщение фондовых геологических, геохимических, геофизических и других данных, разрабатывать прогнозно-поисковые модели различных геолого-промышленных типов месторождений, формулировать задачи геологических и разведочных работ.  |
| P4                                  | Может совершенствовать существующие и разрабатывать новые методы и методики исследования вещества, проведения ГРП, технико-технологические решения, вести поиск новых технологий добычи и переработки руд и углеводородного сырья. Может самостоятельно выполнять лабораторные и экспериментальные геолого-геофизические и минералого-геохимические исследования с использованием современных компьютерных технологий.         |
| <i>Общекультурные компетенции</i>   |  |
| P5                                  | Обладает высоким уровнем стремления показать высокие результаты, готовностью взять на себя дополнительную ответственность<br>Проявляет оптимизм. Задумывается о том, что выходит за рамки ситуации и др.   |
| P6                                  | Способен отказаться от традиционных подходов, генерировать новые идеи и подходы. Способен найти новые возможности развития в неопределенных ситуациях и др.  |
| P7                                  | Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.   |
| P8                                  | Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в геологоразведочной сфере.   |
| P9                                  | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.   |

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 05.04.01 «Геология»  
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Ответственный за профиль подготовки  
«Нефтегазопромысловая геология»

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_  
(Дата)      Тен Т.Г.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|  |
|--|
| Магистерской диссертации   |
| (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации) |

Студенту:

| Группа | ФИО                          |
|--------|------------------------------|
| 2ЛМ6Б  | Грачеву Сергею Владимировичу |

Тема работы:

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БИТУМИНОЛОГИЯ<br/>ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СНЕЖНОГО НЕФТЯНОГО<br/>МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)</b> |                          |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)   | № 1546/с от 07.03.2018 г |

|  |              |
|--|--------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 01.06.2018 г |
|--|--------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Исходные данные к работе</b><br><br><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический</i> | Объектом изучения является одно из нефтяных месторождений Томской области – месторождение Снежное.<br><br>Исходные данные к работе: пакет геологической информации по региону работ, литературные источники и каменный материал (образцы и шлифы |
|---|--|

|  |  |
|--|--|
| <p>анализ и т. д.).</p>  | <p>пород).</p> <p>Исследовать вещественный состав и структурно-текстурные особенности пород баженовской свиты месторождения и их битуминологические характеристики.</p> <p>Режим работы – непрерывный на протяжении периода обучения в магистратуре.</p>   |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>1. Анализ ранее проведенных геологических работ в регионе исследований; обзор опубликованной и фондовой литературы по тематике исследований;</p> <p>2. Геологическое строение Снежного месторождения (включая стратиграфию, тектонику, гидрогеологию, нефтегазоносность);</p> <p>3. Специальная часть с описанием литолого-петрографических особенностей пород, слагающих баженовскую свиту: минералогический состав, структурно-текстурные характеристики, локализация органического вещества; выделение литолипов исследуемых пород, битуминологические особенности и проявления битумоидов по разрезу скважины</p> |
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзорная карта района работ</li> <li>2. Структурная карта</li> <li>3. Литолого-стратиграфический разрез</li> <li>4. Тектоническая карта</li> <li>5. Обзорная карта с положением скважин Снежного месторождения</li> <li>6. Максимальные температуры прогрева пород баженовской свиты</li> <li>7. Литотипы пород баженовской свиты</li> <li>8. Распределение битумоидов по разрезу</li> </ol>   |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br/><i>(с указанием разделов)</i></p>   |  |
| <p><b>Раздел</b></p>   | <p><b>Консультант</b></p>  |
| <p><b>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</b></p>  | <p>Матюгина Элеонора Григорьевна</p>   |
| <p><b>«Социальная ответственность»</b></p>   | <p>Авдеева Ирина Ивановна</p>  |
| <p><b>«Раздел на английском»</b></p>   | <p>Терре Дина Анатольевна</p>  |

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| языке»  | Гершелis Елена Владимировна |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>                           |                             |
| Приложение А – Peculiarities of sedimentation in Upper Jurassic - Lower Cretaceous black shale Bazhenov formation |                             |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 01.03.2018 |
|---|------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО               | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Краснощекова Л.А. | К.г-м.н,<br>доцент     |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                        | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ6Б  | Грачев Сергей Владимирович |         |      |

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| Группа | ФИО                          |
|--------|------------------------------|
| 2ЛМ6Б  | Грачеву Сергею Владимировичу |

| Школа               | ИШПР         | Отделение школы (НОЦ) | Геология            |
|---------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| Уровень образования | Магистратура | Направление           | 05.04.01 «Геология» |

## Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

|  |   |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | 1. Расчет сметных затрат при изучении литолого-петрографических особенностей и битуменологии отложений баженовской свиты снежного нефтяного месторождения (Томская область)<br>2. Расчет стоимости изготовления шлифов пород; |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   | ССН-92, Выпуск.7; Методика ВПСН; СНОР-93, Выпуск, 7   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Налоговый кодекс<br><br>РФ, ФЗ №436 от 28 декабря 2017 г. «О внесении изменений в налоговый кодекс РФ»  |

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|   |   |
|---|---|
| 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ   | Оценка стоимости исследований посредством изготовления шлифов и аншлифов;                     |
| 2. Разработка устава научно-технического проекта  | Разработка этапов исследования;   |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | Расчет сметной стоимости ресурсов<br>Расчет стоимости изготовления шлифов пород               |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности   | Составление сметы затрат, формирование бюджета для проведения научно-исследовательских работ. |

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): Общая стоимость работ

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.03.2018 |
|--|------------|

Задание выдал консультант:

| Должность     | ФИО                           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|---------------|-------------------------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор ШИП | Матюгина Элеонора Григорьевна | д.э.н., профессор      |         | 01.03.2018 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО                        | Подпись | Дата       |
|--------|----------------------------|---------|------------|
| 2ЛМ6Б  | Грачев Сергей Владимирович |         | 01.03.2018 |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЛИТОЛОГО-  
ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И БИТУМИНОЛОГИИ  
ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СНЕЖНОГО НЕФТЯНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)»**

Студенту:

|               |                              |
|---------------|------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                   |
| 2ЛМ6Б         | Грачеву Сергею Владимировичу |

|                     |              |                              |                     |
|---------------------|--------------|------------------------------|---------------------|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШПР</b>  | <b>Отделение школы (НОЦ)</b> | <b>Геология</b>     |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность    | 05.04.01 «Геология» |

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Обработка информации на персональном компьютере (обработка результатов анализов, построение графического материала, набор текста) Рабочие места расположены на пятом этаже здания, имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение осуществляется через световые проемы (окна), искусственное освещение осуществляется системой общего равномерного освещения. Площадь на одно рабочее место с ПЭВМ с жидкокристаллическим монитором составляет не менее 4,0 м<sup>2</sup>, а объем на одно рабочее место – не менее 10 м<sup>3</sup>. В аудитории 541 расположены 10 компьютеров с жидкокристаллическими мониторами Samsung Sync Master 713N диагональю 17 дюймов (яркость 85%, контрастность 80%, с частотой обновления 60 Hz и разрешением 1280×1024), на которых ведется обработка информации (обработка баз данных, набор текста и т.д.).

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

**1. Производственная безопасность**

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.  
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.

*1. Вредные факторы:*

- Освещенность рабочей зоны
- Микроклимат в помещении
- Шум;
- Ионизирующее излучение.
- Степень нервно-эмоционального напряжения;
- Монотонность труда;

*2. Опасные факторы:*

- Электрический ток;
- Короткое замыкание;
- Статическое электричество

|  |   |
|--|---|
| <b>2. Экологическая безопасность:</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Правила утилизации ПК и комплектующих;</li> <li>- Правила утилизации люминесцентных ламп;</li> <li>- Правила утилизации макулатуры.</li> </ul>                           |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>                       | Существует ряд действий в случае возникновения пожара и мер по ликвидации его последствий. В помещении имеется огнетушитель углекислотный (ОУ-8 в количестве 2 шт).   |
| <b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Обеспечение безопасности на рабочем месте;</li> <li>- Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ. (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03); ФЗ-197.</li> </ul> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 01.03.2018 |
|---|------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО                    | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|------------------------|------------------------|---------|------------|
| Ассистент | Авдеева Ирина Ивановна |                        |         | 01.03.2018 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                        | Подпись | Дата       |
|--------|----------------------------|---------|------------|
| 2ЛМ6Б  | Грачев Сергей Владимирович |         | 01.03.2018 |



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 122 страниц текста, 37 рисунков, 12 таблиц, 57 используемых источников.

**Ключевые слова:** баженовская свита, Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Снежное месторождение, битуминозные аргиллиты, керн, шлифы, литотипы, скважина.

**Объект исследования:** Нефтематеринские отложения баженовской свиты, вскрытые бурением на Снежном нефтяном месторождении (Томская область) опорной скважиной X.

**Цель работы:** выявление особенностей строения, состава, битуминозности отложений баженовской свиты на Снежном нефтяном месторождении.

В процессе исследования проводились следующие виды работ:

1. изучение геологического строения отложений баженовской свиты;
2. выявление макроскопических особенностей (текстура, включения, состав и др.) пород на основе описания керна по разрезу скважины № X Снежного нефтяного месторождения;
3. анализ текстурно-структурных особенностей, состава и вторичных изменений по результатам микроскопического анализа пород баженовской свиты в шлифах;
4. анализ содержания и распределения рассеянного органического вещества по результатам люминесцентно-микроскопических исследований;
5. выделение литотипов изучаемых пород скважине по разрезу и установление условий их образования.

**Область применения.** Результаты исследований могут быть применены при планировании работ по добыче трудноизвлекаемых запасов баженовской свиты.

## Обозначения и сокращения

|      |   |
|------|---|
| БС   | – Баженовская свита                             |
| КЕО  | – Коэффициент естественной освещенности         |
| ПЭВМ | – Персональная электронно-вычислительная машина |
| Скв. | – Скважина                                      |
| УВ   | – Углеводороды                                  |
| Шл.  | – Шлиф  |
| ОВ   | – Органическое вещество                         |
| ОПС  | – Обязательное пенсионное страхование           |
| ОМС  | – Обязательное медицинское страхование          |
| ОСС  | – Обязательное социальное страхование           |
| ГРП  | – Гидроразрыв пласта                            |
| МОГТ | – Метод общей глубинной точки                   |
| ЗСП  | – Западно-Сибирская плита                       |

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 13 |
| Обзор литературы.....   | 16 |
| 1 Геологическое строение района .....   | 17 |
| 1.1 Физико-географический очерк .....   | 17 |
| 1.2 Геолого-геофизическая изученность .....   | 19 |
| 1.3 Стратиграфия.....   | 22 |
| 1.4 Тектоника и история геологического развития .....   | 30 |
| 1.5 Гидрогеология и инженерная геология .....   | 33 |
| 1.6 Нефтегазоносность отложений Снежного нефтяного месторождения .....  | 36 |
| 2 Объект и методы исследования .....  | 39 |
| 2.1 Методы и методика исследований .....  | 41 |
| 2.2 Петрографический анализ .....   | 41 |
| 2.3 Люминесцентно-битуминологический анализ.....  | 42 |
| 3 Литологические, битуминологические особенности и типизация пород<br>баженовской свиты Снежного месторождения .....  | 43 |
| 3.1 Обзор классификаций пород баженовской свиты .....   | 43 |
| по вещественному составу .....  | 43 |
| 3.2 Литологическая характеристика и выделение литотипов пород баженовской<br>свиты Снежного месторождения.....  | 45 |
| 3.3 Геофизическая характеристика литотипов.....   | 58 |
| 3.4 Битуминозность отложений баженовской свиты .....  | 61 |
| 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....   | 68 |
| 5 Социальная ответственность при изучении литолого-петрографических<br>особенностей и битуминологии отложений баженовской свиты снежного<br>нефтяного месторождения (Томская область) ..... | 81 |
| 5.1 Производственная безопасность.....  | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария) ..... | 83  |
| 5.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария) ..... | 90  |
| 5.4 Экологическая безопасность.....  | 93  |
| 5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....   | 95  |
| 5.6 Правовые и организационные вопросы по обеспечению безопасности .....   | 95  |
| 5.7 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....  | 96  |
| Заключение .....   | 98  |
| Список используемых источников.....  | 99  |
| Приложение А .....   | 105 |

## Введение

**Актуальность.** Отложения баженовской свиты, с позиций открытия в них залежей углеводородов, являются наиболее перспективным и изучаемым объектом на территории Российской Федерации. Ресурсы нефти в пластах баженовской свиты только на территории Западной Сибири прогнозируются на уровне 100-170 млрд т.

В центральной части Западной Сибири эти отложения, залегающие на глубине около 2.5-3 тыс. м., занимают площадь размером более 1 млн. км<sup>2</sup> при толщине коллектора 10-40 м., и поэтому вовлечение в разработку нефтяных залежей свиты считается важнейшей задачей, которые стоят перед нефтедобывающими предприятиями региона. Несмотря на многочисленные научные исследования отложений, слагающих баженовскую свиту, неоднозначен вопрос определения литологического состава пород баженовской свиты и нет единых критериев их типизации [15], что создает трудности при изучении и сопоставлении схожих нефтеносных районов при промышленном освоении месторождений

**Цель работы:** выявление особенностей компонентного состава, строения и битуминозности отложений баженовской свиты на Снежном нефтяном месторождении.

### **Задачи:**

1. Изучение геологического строения Снежного месторождения;
2. Обзор классификаций отложений баженовской свиты по вещественному составу;
3. Выявление макроскопических особенностей (текстура, включения, состав и др.) пород на основе описания керна по разрезам скважины № X Снежного нефтяного месторождения;

4. Анализ текстурно-структурных особенностей, состава и вторичных изменений по результатам микроскопического анализа пород баженовской свиты в шлифах;

5. Анализ содержания и распределения рассеянного органического вещества по результатам люминесцентно-микроскопических исследований;

6. Выделение типов изучаемых пород опорной скважины и установлений условий их образования.

**Объект исследования:** отложения баженовской свиты, вскрытые бурением скважины № X Снежного месторождения Томской области в пределах Западно–Сибирской нефтегазоносной провинции в интервале глубин 2810.9–2821 м.

**Предмет исследования:** 22 образца керна и изготовленные из них 22 шлифа.

**Методы исследования:** Для изучения вещественного состава пород и органического вещества применялось макроскопическое описание керна и литолого-петрографический и люминесцентно-битуминологический анализ шлифов. Результаты исследований представлены фотографиями образцов пород и шлифов. Обработка результатов исследования и графические построения выполнялись в программах Excel, CorelDRAW. Подробно был изучен вещественный состав и структурно-текстурные особенности пород, проведена типизация отложений по разрезу скважины с характеристикой их литотипических особенностей, определен характер распределения битумоидов в исследуемых породах баженовской свиты месторождения.

В выпускной квалификационной работе освещены степень изученности территории, физико-географические условия, основные черты геологического строения, стратиграфия, тектоника и история геологического развития, гидрогеология и инженерная геология, нефтегазоносность района. В работе приводится характеристика отложений баженовской свиты, вскрытых скважиной № X Снежного нефтяного месторождения.

**Научная новизна:** получены новые научные данные по породам баженовской свиты опорной скважины Снежного месторождения по компонентному составу, генетическим признакам, локализации битумоидов.

Совокупный анализ результатов изучения позволит проводить типизацию пород свиты с учетом развития в них битумоидов и прогнозировать зоны развития коллекторов баженовской свиты на территории месторождения (Томская область).

#### **Практическая значимость работы.**

Баженовская свита Западно-Сибирского мегабассейна является уникальной нефтегазовой залежью и представлена коллекторами нетрадиционного типа. Отложения данной свиты считаются нефтематеринскими из-за высокого содержания в породах рассеянного органического вещества. Учитывая, что баженовская свита – это региональный флюидоупор, то основные ресурсы углеводородов во многих районах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции располагаются под отложениями баженовской свиты.

В работе представлены результаты изучения вещественного состава, структурно-текстурных характеристик карбонатно-кремнисто-глинистых пород баженовской свиты, проведена типизация отложений с характеристикой их литотипических особенностей, выявлен характер распределения битумоидов в аргиллитах нефтегазоматеринской баженовской свиты.

#### **Благодарности.**

Автор выражает глубокую признательность научному руководителю, кандидату геолого-минералогических наук, доценту отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов ТПУ Краснощековой Л.А за консультации, научное сопровождение и методическую помощь на всем протяжении выполнения работы, и доценту отделения геологии ИШПР Шаминовой М.И., за предоставленные материалы по битуминологии пород.

## Обзор литературы

Типы пород баженовской свиты рассматривались большим числом авторов, в том числе предложивших ряд их классификационных схем (Гаврилов и др., 2015; Балущкина и др., 2014; Предтеченская и др., 2006; Полякова и др., 2002; Эдер, 2002; Коровина и др., 2001; Гурари и др., 1988; Нестеров и др., 1988; Зубков и др., 1985; Ушатинский и др., 1985; Чухланцева, 1985 и др.) [15].

Одной из последних стала классификация пород баженовской свиты предложенная А.Э. Конторовичем по соотношению четырех пороодообразующих компонентов, представленных кремнистыми, глинистыми, карбонатными минералами и органическим веществом (керогеном), которые имеют преимущественно био- и хемотропное, в меньшей степени аллотропное происхождение.

Исследования особенностей строения Снежного месторождения проводятся недропользователем (ООО «Норд Империял») и доступ к результатам этих исследований весьма ограничен. Исследования проведенные на основании полученных материалов могут быть применены при планировании работ по добыче трудноизвлекаемых запасов баженовской свиты.



# 1 Геологическое строение района

## 1.1 Физико-географический очерк

Снежное нефтяное месторождение расположено в Кargasокском районе Томской области в 90 км к западу от районного центра (рисунок. 1.1) [56].

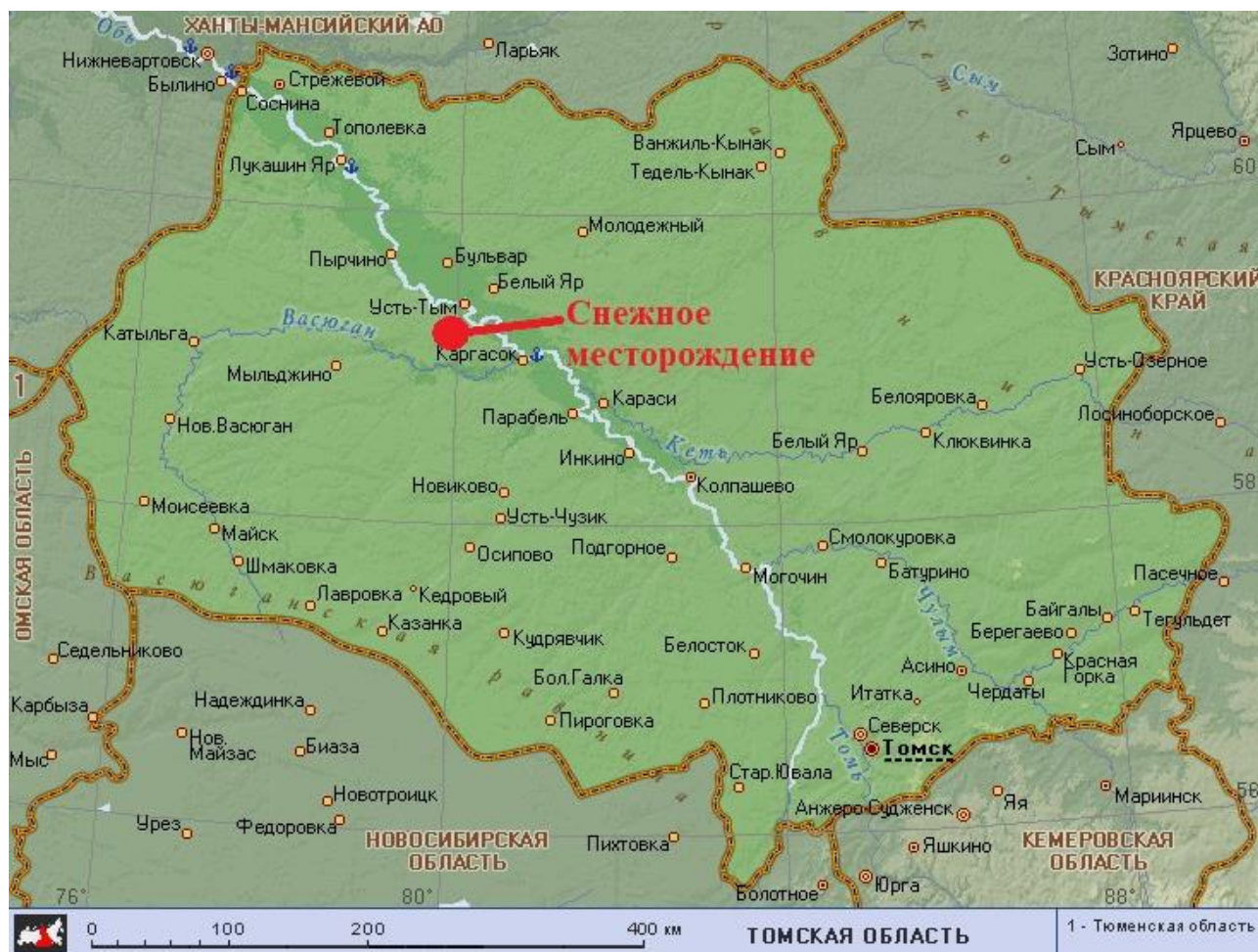


Рисунок 1.1 - Обзорная карта района исследования [56]

В геоморфологическом отношении территория района представляет собой слабо расчлененную заболоченную равнину с развитой речной сетью. Абсолютные отметки рельефа изменяются от +49 м., в пойменной части реки до +90 м., на водоразделах.

Наиболее значительной на территории является р. Васюган. Она протекает южнее месторождения в широтном направлении и впадает в р. Обь,

образуя на своем пути русловые болота. Ширина реки 10-25 м., скорость течения небольшая до 0.4-0.6 м/сек., глубина 0.5-2.5 м. Воды протекающих рек используются как для технических, так и для питьевых целей [13].

Берега реки обычно заболочены, но местами крутые и сильно залесены. Большая часть территории водоразделов также залесена; породы деревьев различные, в основном хвойные (кедр, сосна, ель, пихта), осина и береза.

Климат континентальный. Зима продолжительная, снежная, суровая. Средняя температура в зимний период составляет минус 20-25<sup>0</sup>С, иногда до минус 40-50<sup>0</sup>С. Зимний период продолжается в среднем 180-185 дней (с ноября по апрель). Толщина снежного покрова достигает 0.48-0.6 м., промерзаемость грунта 1.0-1.2 м. Самыми холодными месяцами считаются декабрь, январь, февраль.

Лето короткое, теплое (температура в июле - самом жарком месяце лета, поднимается до +30-32 С). Среднегодовое количество атмосферных осадков колеблется от 400 до 500 мм., причем наибольшее количество их выпадает летом и осенью [13].

Ледоход начинается в конце апреля – начале мая, ледостав в конце октября начале ноября. Продолжительность навигационного периода 150-170 дней.

Население занято в основном в нефтегазовой отрасли, а также в лесной и рыбоперерабатывающей. Населенные пункты в районе работ немногочисленны и расположены по берегам рек. Ближайший к месторождению крупный населенный пункт – районный центр п. Каргасок, расположен на правом берегу р. Обь. Транспортное сообщение летом осуществляется водным путем и по автодороге, связывающей месторождение с районным и далее с областным центром. Зимой, после замерзания заболоченных участков, широко используются автозимники [20].

В 50 км от месторождения проходит магистральный нефтепровод и ЛЭП-110. В Каргасокском районе эксплуатируются крупные нефтегазовые

месторождения: Южно-Мыльджинское, Соболиное, Северо-Сильгинское, Лугинецкое, Северо-Васюганское, Верхне-Салатское.

## **1.2 Геолого-геофизическая изученность**

Снежное месторождение нефти в современном тектоническом плане расположено на северо-западном борту Сильгинского вала – структуры II порядка, осложняющего крайнюю северо-западную периклиналь Парабельского мегавала (рисунок 1.2).

На изучаемой территории Спольским Л.М в 1966 г на западном склоне Парабельского мегавала детализированы Снежная и Соболиная структуры. Высказано предположение о существовании Лесной приподнятой зоны к северо-западу от Соболиной структуры. Уточнение геологического строения проведено сейсмическими работами МОГТ-3Д в 2005-2006 годах.

Поисково-разведочные работы на Снежной площади проводились в три этапа. На первом этапе в период 1966-1967 гг., на месторождении были пробурены скважины № 131, 132. В результате в скважине 131 из пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> был получен слабый приток нефти, а в скв.132 приток не получен. По этой причине дальнейшие работы были прекращены [20].

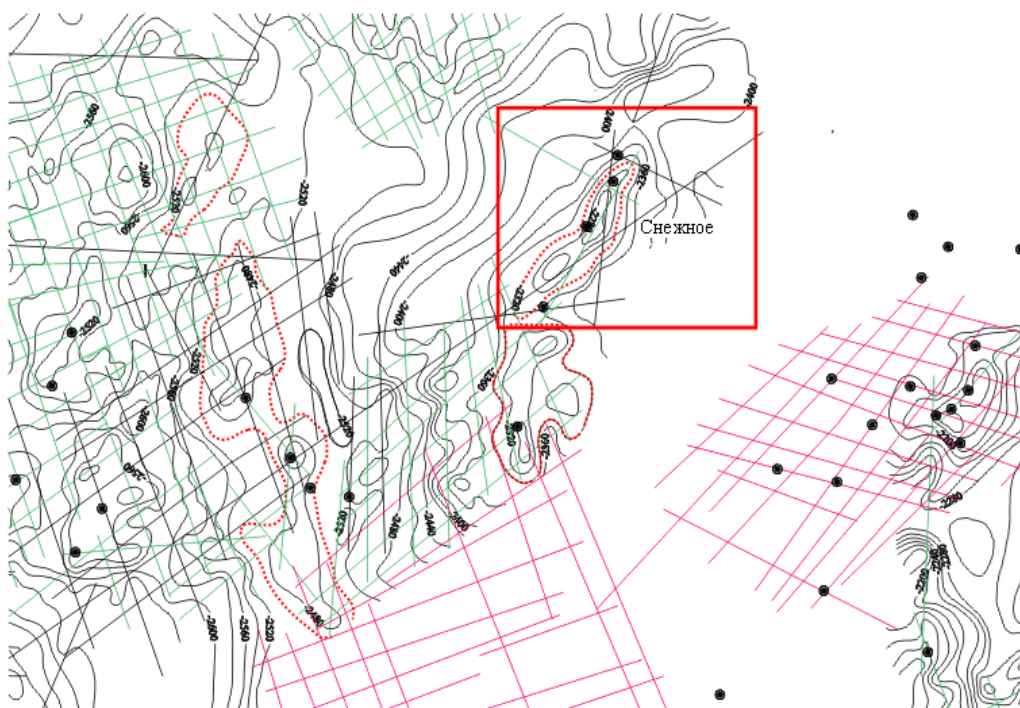
Второй этап поисково-разведочных работ приходится на 1984 год, когда на месторождении были пробурены скв. № 133, 134. В результате в скв.133 из пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> был получен слабый приток нефти. В 1985 году впервые был проведен подсчет запасов нефти. В залежи пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> по категории С<sub>1</sub> были утверждены запасы (геологические/извлекаемые) в количестве 4040/808, по категории С<sub>2</sub> – 4412/882 тыс. тонн (протокол ЦКЗ январь 1986г.). В 2005-2006 годах ЗАО «Томский геофизический трест» по соглашению «Томской геофизической компанией» по заказу ООО «Норд Имперал» были проведены сейсморазведочные работы МОГТ-3D сейсмической партией 17/05-06 [18, 20]. В результате этих работ структурный план месторождения существенно уточнился,

площадь поднятия увеличилась [28]. В 2005-2007 годах на территории Снежного месторождения было пробурено 8 эксплуатационных скважин, в которых после проведения мероприятий по интенсификации притока (ГРП) были получены притоки нефти. Бурение новых скважин с применением промывочных жидкостей на полимерной основе и вскрытием пласта с последующим гидроразрывом еще раз подтвердило вывод о возможностях получения промышленных притоков нефти из коллекторов с низкими фильтрационно-емкостными характеристиками. В 2007 году был выполнен пересчет запасов в связи с уточнением структурного плана на основе материалов МОГТ-3Д, бурением эксплуатационных и оценочных скважин (136, 137, 138, 139, 140, 143, 146, 148) и получением данных по газосодержанию [19, 20].

По полученным дополнительным геологическим данным и результатам бурения и эксплуатации были уточнены подсчетные параметры (площадь, нефтенасыщенная толщина и т.п.), а также проведен подсчет запасов природного газа [28].

В период 2007-2008 года на территории Снежного месторождения было пробурено еще 21 эксплуатационная скважина, в которых был сделан гидроразрыв пласта с получением притоков нефти, и одна водозаборная скважина № 1.

В период 2010-2011 года было пробурено 9 эксплуатационных скважин и 1 разведочная (№ 301), в которой было проведено испытание. В 2011 г., был проведен подсчет геологических запасов углеводородов и технико-экономическое обоснование коэффициента извлечения нефти продуктивных пластов Снежного месторождения [20]. Изученность участка сейсморазведочными работами МОГТ слабая. Работа на современном уровне проводилась в незначительных объемах. Сейсморазведочные работы по Снежному месторождению представлены на структурной карте (рисунок 1.2) [18].



Условные обозначения:

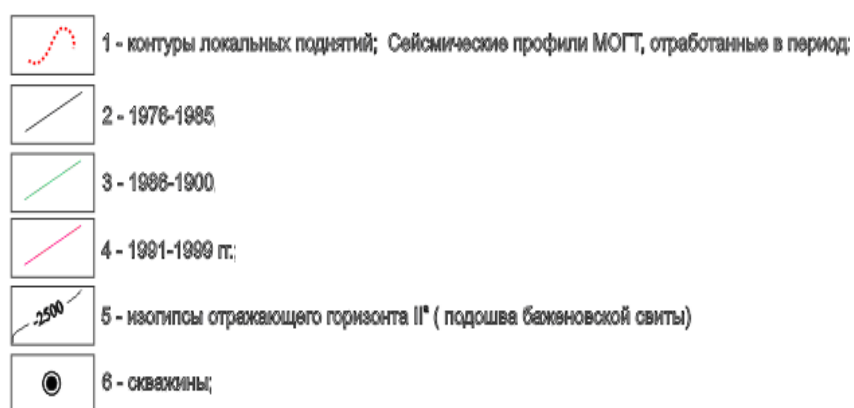


Рисунок 1.2 - Структурная карта по отражающему горизонту II<sup>a</sup>  
(подошва баженовской свиты; масштаб 1:300 000) [20]

### **1.3 Стратиграфия**

В геологическом строении Снежного нефтяного месторождения принимают участие отложения палеозойского фундамента и мезозойско-кайнозойские терригенно-осадочные отложения. Осадочный чехол на месторождении имеет мощность до 2700 м [30, 31].

Расчленение разреза проведено по материалам геофизической интерпретации с использованием реперных геолого-геофизических горизонтов регионального и зонального уровней в тринадцати пробуренных на месторождении поисковых, оценочных и эксплуатационных скважинах.

#### **Доюрский комплекс отложений фундамента**

Доюрский фундамент на Снежном месторождении представлен отложениями палеозоя, который вскрыт скважинами: 131, 133, 134, 170, 635. Данными бурения охарактеризована самая верхняя часть доюрского разреза.

Проходка по фундаменту составила от 17 до 228 м. Керн отобран в трех скважинах (131, 134, 170). В основном фундамент представлен корой выветривания в виде брекчии глинистых выветрелых пород, а также metabазальтами и метаандезитами, туфами, гранит-порфирами.

На размытой поверхности доюрских образований со стратиграфическим угловым несогласием залегают отложения более позднего возраста, к которым приурочены основные нефтяные залежи.

#### **Мезозойская эратема (MZ)**

**Юрская система** в соответствии с региональной стратиграфической шкалой представлена средним и верхним отделами, объединяющие тюменскую, наунакскую (васюганскую), георгиевскую и баженовскую свиты [31]. Средний отдел юрской системы представлен тюменской свитой.

Отложения юрской системы с перерывом в осадконакоплении и с угловым несогласием залегают на складчатом фундаменте.

**Тюменская свита ( $J_{2tm}$ )** сложена континентальными отложениями сформировавшихся в условиях пойменно-аллювиальной равнины, а в верхней части в прибрежно-морских. Свита представлена чередующимися серыми и темно-серыми аргиллитами с прослойками и линзами угля, алевролитов серых, глинистых и песчанистых, песчанников серых, мелкозернистых, часто алевролитистых, полимиктовых, с органическими остатками *Trochammina praesquamata*, *T. Jacutica*, *Marginulina* [30].

Мощность тюменской свиты составляет 120-200 метров.

Верхний отдел юрской системы залегает согласно на нижележащих породах и представлен васюганской, георгиевской и баженовской свитами.

**Васюганская свита ( $J_{3vs}$ )** объединяет мелководно-морские и прибрежно-морские осадки келловей-оксфордского возраста. Она включает в себя горизонт  $Ю_1$  и нижневасюганскую подсвиту [30, 31].

Горизонт  $Ю_2$  характеризуют трансгрессивный этап расширения морского бассейна в келловее. В его основании залегает угленосная пачка  $У_2$ , являющаяся хорошим репером горизонта в пределах месторождения. По составу пласт неоднороден. Он может быть представлен двумя обособленными песчаными пропластками ( $Ю_2^1$  и  $Ю_2^2$ ) или одним из них. В ряде случаев отмечается его замещение на алевроитисто-глинистые разности.

**Нижневасюганская подсвита**, характеризующая кульминационный этап келловейской трансгрессии, является межрезервуарной покрывкой, разделяющей пласты  $Ю_2^{1-2}$  и горизонт  $Ю_1$ . В литологическом отношении представлена косослоистыми и плотными аргиллитами, песчаниками серыми с включениями углистого детрита. Мощность алевроито-глинистой составляющей подсвиты от 3 до 29 м., и зависит от литологической неоднородности выше и нижележащих песчано-алевритовых пачек [32].

Свиту характеризуют органические остатки: *Meleagrinnella ovalis*, *Recurviroides disputabilis*, *Hoeglundina tjumensis*, *Kecurviroides disputabilis*.

Общая мощность васюганской свиты 46-79 метров.

**Георгиевская свита (*Jzgr*)** кимеридж-волжского возраста представлена осадками морского водоема, среди которых преобладают темно-серые аргиллиты, нередко содержащие прослой известняка и глауконита. Свиту характеризуют органические остатки: *Tolupammia ex gr. Vigula*, *Planularia pressula*. Распространена не повсеместно (мощность 6 м). Наиболее выражена в погруженных зонах, где ее мощность достигает 15-20 метров, на остальной территории свита либо маломощна, либо отсутствует (вскрыта 2 м) [30, 31].

**Баженовская свита (*Jzbg*)** венчает волжский комплекс. В литологическом отношении это черные, иногда с буроватым оттенком, битуминозные аргиллиты морского глубоководья, сильно окремненные, содержащие включения пирита и прослой известковых пород. По ряду площадей в нижней части свиты отмечены прослой непроницаемых зеленых, глауконитовых песчаников, выделяемых в барабинскую пачку. Свиту характеризуют органические остатки: *Kachpurites* sp. Indet., *Dorsorlanitinae*, *Spiroplectammia vicinalie*, *Dorothia tortuosa*. Мощность свиты составляет 8-40 метров, (вскрыта 19 м) [30,31].

### **Меловая система (К)**

**Меловая система** в разрезах скважин представлена нижним и верхним отделами.

**Нижний отдел**, залегающий согласно на отложениях баженовской свиты, в объеме берриас-валанжира (куломзинская и тарская свиты) и готерив-баррема (киялинская свита).

**Куломзинская свита (*K<sub>1klm</sub>*)** представлена осадками глубоководно- и мелководно-морского генезиса, которые распространены повсеместно и вскрыты почти всеми пробуренными скважинами. В литологическом



отношении свита сложена серыми аргиллитами, опесчаненными в кровле. Песчаники и алевролиты по составу кварц-полевошпатовые, песчаники сцементированы хлоритовым, гидрослюдистым, реже каолиновым цементом.

Свита характеризуется органическими остатками: *Temnoptychites* sp. *Inted*, *Tollia* sp. *Inted*, *Pseudolamfrckina tatarica* [30,31].

Общая мощность свиты составляет 240-340 метров (вскрыта 245 м).

**Тарская свита ( $K_{1tr}$ )** залегает согласно на отложениях куломзинской свиты.

Песчано-глинистые отложения свиты, сформированные в прибрежно-морских условиях, представлены светло-серыми и серыми, средне-мелкозернистыми, кварц-полевошпатовыми, слоистыми песчаниками, а также серыми и светло-серыми с зеленоватым оттенком, плотными, часто с большим включением растительных остатков аргиллитами. Свита характеризуется органическими остатками: *Temnoptychites* sp. *Indet*, *Globulina praelacrima* [32].

Общая мощность тарской свиты 40-140 метра (вскрыта 56 м).

Общая мощность берриас-валанжира 360-480 метров.

**Киялинская свита ( $K_{1kls}$ )** готерив-барремского возраста залегает согласно на отложениях тарской свиты. Осадки сложены прибрежно-континентальными серыми, темно-серыми, иногда зеленоватыми песчаниками и алевролитами, переслаивающимися с аргиллитами, местами имеющими слабую пестроцветную окраску, буровато- и зеленовато-серого тонов. Свита характеризуется органическими осадками: *Gleichenites* sp., *Sphenopteris*., *Darvinula Barabinskensis* [31, 32].

Общая мощность киялинской свиты 200-820 метров (вскрыта 209 м).

**Верхний отдел меловой системы** залегает согласно на нижнем отделе и представлен апт-альб-сеноманом (алымская, покурская свиты), туроном (кузнецовская свита), коньяк-сантоном (ипатовская свита), сантон-кампаном (славгородская свита) и маастрихт-датским ярусами (ганькинская свита).

**Алымская свита ( $K_{1al}$ )** нижнеаптского возраста залегает согласно на отложениях киялинской свиты и четко подразделяется на две подсвиты.

Нижняя часть свиты, сложена осадками прибрежно-морского и морского происхождения, представлена переслаиванием песчаников, глинистых песчаников и глин [30, 31].

Верхняя часть свиты представлена глинами кошайской пачки, сформированными в морских условиях. Органические остатки: *Cleicheniaceae*/*Cleicheniidites triplex*, *Sphagnum* spp.

Общая мощность алымской свиты составляет 70 метров.

**Покурская свита ( $K_{1-pr}$ )** апт-альб-сеноманского возраста залегает согласно на отложениях алымской свиты и представлена переслаивающимися сероцветными песчаниками, сформированными в континентальных условиях, с пачками пластов, сформированными в морских и прибрежно-морских условиях, представленными темно-серыми глинами, серыми и светло-серыми алевролитами и песчаниками с прослоями глин. Встречаются включения зерен янтаря. Свиту характеризуют органические остатки: *Ammobaculites Fragmentarius*, *Lega* sp. Indet [31].

Общая мощность покурской свиты составляет 777-824 метров.

**Кузнецовская свита ( $K_{2kz}$ )** туронского возраста залегает согласно на покурской свите. Отложения были сформированы в условиях крупной морской трансгрессии. Представлены серыми и темно-серыми глинистыми породами, которые местами в кровле замещаются глинисто-кремнистыми отложениями. Свита характеризуется органическими остатками: *Cilicides westsibiricus*, *Gaudryinopsis finliformis*.

Общая мощность кузнецовской свиты 9-26 метров.

**Ипатовская свита ( $K_{2ip}$ )** коньяк-сантонского возраста залегает согласно на отложениях кузнецовской свиты и представлена морскими песчаниками с глауконитом, часто с опоковым цементом, с прослоями глин.

Свита характеризуется органическими остатками: *Oxytoma tenuicostata* Roem, *Cibicidoides eriksdalensis* [30, 31].

Общая мощность ипатовской свиты 107-145 метров.

**Славгородская свита ( $K_2sl$ )** сантон-кампановского возраста залегает согласно на отложениях ипатовской свиты и представлена толщей серых и зеленовато-серых глин, участками опоковидных, с прослоями серых, глинистых алевролитов, сформированными в прибрежно-морских и континентальных условиях. Свиту характеризуют органические остатки: *Spiroplectamina optata*, *Brotzenella*.

Общая мощность славгородской свиты 36-60 метров.

**Ганькинская свита ( $K_2gn$ )** маастрихт-датского возраста залегает согласно на отложениях славгородской свиты и характеризуется сравнительно однообразной толщей серых, известковистых глин и мергелей серого и зеленовато-серого цвета, содержащей обильные органические остатки: *Brotzenella praeacuta*, *Spiroplectamina Kazanzevi*, *S. Variabilis*, *Candryna rugosa spinulosa* [32].

Общая мощность ганькинской свиты 74-104 метра.

Палеогеновая система залегает согласно на меловой системе. Отложения палеогеновой системы сложены морскими глинами талицкой свиты палеоценового возраста и люлинворской, чеганской, некрасовской свитами эоцен-олигоценного возраста, сформированными в озерных, озерно-болотных и озерно-аллювиальных условиях. Система представлена чередованием сероцветных песков, алевролитов и глин с прослоями бурых углей. Органические остатки палеогеновой системы: *Cibicidoides insubgnitus*, *Ammoscalaria friabilis*, *Cibicidoides favorabilis*; *Spongurus biconstrictus*, *Heliodiscus lentis*, *Textularia carinatiformis*; *Liosphaeridae*, *Brotzonella munda*. Общая мощность палеогена 300-400 метров [29, 30, 31].

### **Кайнозойская эратема (KZ)**

**Четвертичная система** залегает согласно на отложениях палеогеновой системы. Отложения сформированы морскими, ледниковыми, озерно-ледниковыми, аллювиальными и другими континентальными осадками. Представлены песками мелко- и среднезернистыми, местами глинистыми с мелкими растительными остатками, глинами серого цвета. Моренные отложения состоят из плотных супесей и суглинков с включением галек и валунов [30, 31].

Общая мощность четвертичной системы 50 метров.

На рисунке 1.3 приведен литолого-стратиграфический разрез осадочного чехла и промежуточного комплекса.

| Система      | Отдел   | Ярус             | Серия, свита     | Подсвита | Пласт              | Литологическая колонка | Отраж. горизонт                      | Глубина, м. | Мощность, м |
|--------------|---------|------------------|------------------|----------|--------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Q            |         |                  | Q                |          |                    |                        |                                      |             | 40          |
| Палеогеновая |         | Олигоцен         | Туртасская       |          |                    |                        |                                      |             | до 40       |
|              |         |                  | Новомихайловская |          |                    |                        |                                      |             | 80-90       |
|              |         |                  | Атлымская        |          |                    |                        |                                      |             | 100-120     |
|              |         |                  | Чеганская        |          |                    |                        |                                      |             | 140-160     |
|              |         | Эоцен            | Люлинворская     |          |                    |                        |                                      | — 500       | 140-180     |
| Меловая      | верхний | Палеоцен         | Талицкая         |          |                    |                        | V <sup>a</sup> (К)                   |             | 30-105      |
|              |         | Дат              | Ганькинская      |          |                    |                        |                                      |             | 40-200      |
|              |         | Кампан           | Ставропольская   |          |                    |                        | IV <sup>b</sup>                      |             | до 100      |
|              |         | Коньяк, саптон   | Дзатовская       |          |                    |                        |                                      |             | 140-200     |
|              |         | Турон            | Кузнецовская     |          |                    |                        |                                      |             | 13-41       |
|              | нижний  | Сеноман          | Покурская        | верх.    |                    |                        |                                      |             | 716-885     |
|              |         | Альб             |                  | средн.   |                    |                        |                                      |             |             |
|              |         | Апт              |                  | нижн.    |                    |                        | III                                  | — 1500      |             |
|              |         | Баррем           | Кияльская        |          |                    |                        |                                      |             | 440-630     |
|              |         | Готерив          |                  |          |                    |                        |                                      |             |             |
|              |         | Валанжин         |                  |          |                    |                        | II <sup>max</sup> (II <sup>b</sup> ) | — 2000      |             |
|              |         | Берриас          | Тарская          |          |                    |                        | II <sup>max</sup> (H <sub>K</sub> )  |             | до 90       |
|              |         |                  | Куломзинская     |          | Б <sub>16-22</sub> |                        | Б                                    |             | до 260      |
| Юрская       | верх.   | Титон-кимеритж   | Баж.+георг.      |          |                    |                        | II <sup>a</sup>                      | — 2500      | 19-45       |
|              |         | Оксфорд          | Васюганская      | верх.    | Ю <sub>1</sub>     |                        | I <sup>b</sup>                       |             | 45-90       |
|              | сред.   | Келловей         | (Наунакская)     | нижн.    |                    |                        |                                      |             |             |
|              |         | Бат              | Тюменская        | верх.    | Ю <sub>2-6</sub>   |                        | I <sup>a</sup>                       |             | 100-400     |
|              |         | Байос            |                  | сред.    | Ю <sub>7-10</sub>  |                        | I <sup>c</sup>                       |             |             |
|              |         | Аален            |                  | нижн.    | Ю <sub>11-14</sub> |                        |                                      |             |             |
|              | нижн.   | Тоар             | Салатская        |          | Ю <sub>15</sub>    |                        |                                      |             | 0-420       |
| Триасовая    |         | Плинсбах-геттанг | Тогурская        |          | Ю <sub>16-17</sub> |                        | Ф <sub>2</sub>                       |             |             |
|              | верх.   | Карний           | К.В.             |          |                    |                        |                                      |             | 0-40        |
|              |         |                  | Омская           | верх.    |                    |                        |                                      |             | 0-180       |
|              | сред.   | Ладин            | Войновская       | сред.    |                    |                        |                                      |             | 0-410       |
|              |         | Анизий           | Ярская           | нижн.    |                    |                        |                                      |             | 0-270       |
|              |         | Оленек           | Бергамакская     | верх.    |                    |                        |                                      |             | 0-625       |
|              | нижн.   | Инд              |                  | нижн.    |                    |                        |                                      |             |             |

1 2 3 4 5 6 7 8 9  
 1-тонкоотмученные аргиллиты и глины, 2-глинисто-алевритовые породы, 3-песчаники и алевриты, 4-битуминозные аргиллиты, 5-пласты углей, 6-опоки, 7-эффузивно-осадочные породы, 8-кора выветривания, 9-несогласия

Рисунок 1.3 – Литолого-стратиграфический разрез осадочного чехла Томской области [32]

## 1.4 Тектоника и история геологического развития

В тектоническом отношении район работ находится в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. Доюрский фундамент Западно-Сибирской плиты (ЗСП) представляет гетерогенное складчато-глыбовое сооружение, отдельные части которого представлены структурами, сформировавшимися в завершающие фазы байкальского, салаирского, каледонского и герцинского циклов тектогенеза. Структурно-формационные зоны фундамента ЗСП были сформированы в течение рифейско-палеозойско-триасового времени несколькими геотектоническими этапами [12].

В пределах ЗСП выделяется несколько крупных разновозрастных блоков. Район лицензионного участка расположен в пределах Центрально-Западно-Сибирского блока, время консолидации определяется как герцинское, что подтверждается возрастом пород и их составом. В плане Центрально-Западносибирская складчатая система представляет собой ряд субпараллельных антиклинорных зон, разделенных межгорными прогибами и внутренними впадинами [12]. Эта складчатая система герцинид заложилась в девоне и развивалась по инверсионной схеме. Девонско-каменноугольный комплекс, который выполнял первоначально прогнутые зоны, представлен терригенными и карбонатно-терригенными осадками [33].

В завершающую стадию герцинского тектогенеза гранитизация терригенных толщ привела к их инверсии и формированию антиклинорных зон. В начале триасового периода в процессе рифтогенеза были сформированы грабен-рифты, при этом произошел раскол литосферной плиты на мелкие блоки и их частичный раздвиг. Депрессионные зоны заполнились триасовыми эффузивно-осадочными образованиями [12].

Лицензионный участок № 77 находится в пределах Назино-Сенькинского антиклинория, сложенного интенсивно дислоцированными и глубоко метаморфизованными комплексами предположительно позднего

докембрия. Юго-западная часть участка захватывает Айгольский синклиорий, сложенный эффузивами основного состава, вероятно, относящимися к нижнему палеозою или даже верхнему докембрию. В течение континентального перерыва складчатые сооружения фундамента размывались и пенепленизировались. На этом этапе происходит формирование доюрской коры выветривания. К началу прогибания ЗСП был сформирован эрозионно-тектонический рельеф поверхности доюрского фундамента [12].

Формирование платформенного чехла происходило в мезозое-кайнозое при спокойном тектоническом режиме. Вследствие затухающего остаточного импульса тектонических движений, длительность которого около 200 млн.лет, платформенные структуры развивались унаследованно структурам фундамента на протяжении всей мезозойской эры. Соответствие рельефа поверхности фундамента платформенным структурам наблюдается до верхнемеловых или палеогеновых отложений. Начиная с верхнего мела, в верхней части платформенного чехла формируется новый структурный план, связанный с неотектоническими движениями [33].

Для всей территории ЗСП характерно наличие в региональном плане двух основных систем тектонических разломов северо-западного и северо-восточного простирания. Первые представляют собой разломы складчатого основания фундамента, вторые связаны с рифтогенезом. Значительная часть разрывных нарушений проникает в отложения платформенного чехла, оказывая существенное влияние на формирование в них залежей нефти и газа [12].

На рисунке 1.5 приводится «Фрагмент тектонической карты мезозойско-кайнозойского чехла Томской области» (Редактор В.С. Старосельцев, 1995г) Снежное локальное поднятие осложняет северо-западную периклиналь Парабельского мегавала. Двойное локальное

поднятия находится в зоне сочленения Усть-Тымской впадины и Парабельского мегавала.

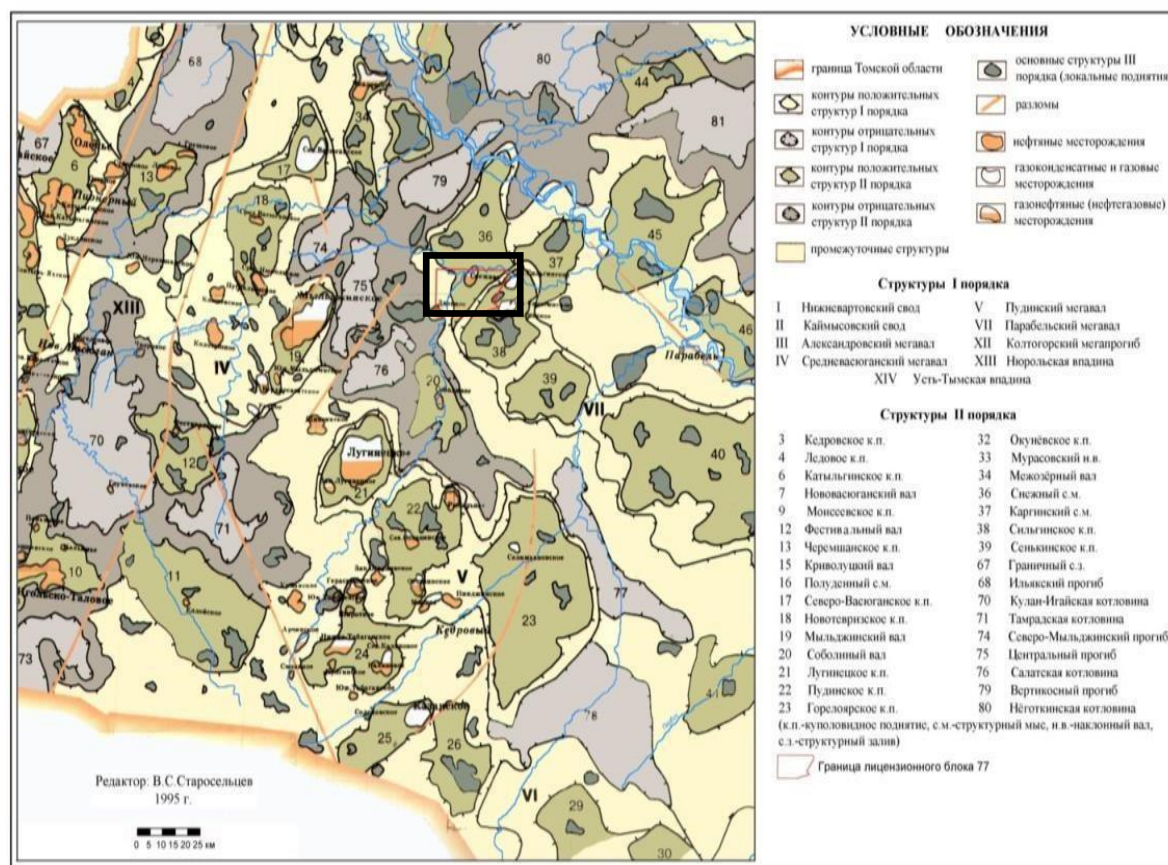


Рисунок 1.5 - Фрагмент тектонической карты мезозойско-кайнозойского чехла Томской области

В структурном плане по отражающему горизонту  $\Pi^a$  (подошва баженовской свиты), происходит уменьшение контрастности структурных форм. Поднятия выполаживаются, а прогибы становятся менее глубокими.

Анализ структурных планов и сейсмических разрезов позволяет предположить унаследованный характер тектонического развития, заложенного в юрский период. В пределах исследуемой территории основным продуктивным горизонтом являются отложения васюганской (наунакской) свиты. С учетом толщин георгиевской свиты (2-16 м), структурный план по горизонту  $\Pi^a$  условно характеризует кровлю



продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub>. Эрозионно-тектонические выступы фундамента в структурном плане по горизонту II<sup>a</sup> (подошва баженовской свиты) проявляются в виде цепочки локальных куполов [33].

Снежное локальное поднятие, более контрастное, представлено антиклинальной складкой северо-восточного простирания с пережимом в центральной части. Поднятие осложнено рядом мелких куполов, оконтуривается изогипсой -2370 м, амплитуда составляет 70 м.

### **1.5 Гидрогеология и инженерная геология**

Район работ расположен в пределах Западно-Сибирского артезианского бассейна и Среднеобского бассейна второго порядка, согласно районированию, принятому в монографии «Гидрогеология СССР».

Особенностью района является его приуроченность к зоне гумидного климата, полосе избыточного и весьма избыточного увлажнения, что определяет основные черты формирования ресурсов и химического состава подземных вод [23].

Гидрогеологический разрез района расчленяется на 4 водоносных комплекса:

**1. Юрский водоносный комплекс** имеет ряд особенностей. Во-первых, это резкое повышение минерализации и содержания большинства макро и микрокомпонентов 46 (магний, калий, бром, стронций, литий, рубидий), что обусловлено высокой гидрогеологической закрытостью, замедленным водообменом, более высокими пластовыми давлениями и температурами. Все это, в свою очередь, приводит к более интенсивному растворению водовмещающих пород. Во-вторых, более низкая степень метаморфизации химического состава вод (относительно меловых отложений). Связано это с ухудшением коллекторских свойств и

невыдержанностью песчаных пластов, особенно в отложениях тюменской свиты [23].

Воды газонасыщенные, газосодержание колеблется в пределах 1.1-2.8 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. По составу воды хлоридно-кальциевые, с минерализацией 30 г/л.

**2. Нижнемеловой комплекс** представлен отложениями алымской, вартовской, тарской и куломзинской свитами. Водоупорной кровлей являются отложения кошайской пачки. Подстиляется комплекс аргиллитами куломзинской свиты. Отложения комплекса значительно менее водообильны по сравнению с вышележащими осадками покурской свиты. Ввиду разнообразия морфологии резервуаров водоносные горизонты плохо выдержаны по площади и в разрезе.

Воды хлор-кальциевые, с минерализацией 18.8-20.5 г/л. Отличительной чертой вод нижнемелового комплекса является высокое содержание йода и кальция, превышающее содержание этих элементов в залегающих ниже юрских отложениях, при этом обладающих более высокой минерализацией (в 2 и более раз) [23, 24]. Воды комплекса напорные. Статистический уровень по региональным замерам устанавливается на отметке +100 м.

**3. Верхнемеловой комплекс** представляет собой значительную по величине, водо-насыщенную, преимущественно песчаную толщу, входящую в состав покурской свиты. Верхним водоупором являются глины кузнецовской свиты. Кровля комплекса находится на относительной глубине 670-700 метров, подошва приурочена к глинистым образованиям кошайской пачки (алымской свиты), залегающей на относительных отметках 1360-1370 м.

Эффективная суммарная толщина комплекса в рассматриваемом районе составляет 200 и более метров [23, 24]. Фильтрационные свойства пород по данным региональных исследований таковы: пористость - 14%, проницаемость до десятков Дарси. Воды имеют состав от гидрокарбонатно-

кальциевого до хлоридно- кальциевого с минерализацией от 4 г/л в кровле до 16 г/л в подошве комплекса.

**4. Палеоген-четвертичный комплекс.** Воды четвертичных отложений безнапорные, иногда с местным, локальным напором, имеют гидрокарбонатно- кальциево-магниевый состав, иногда загрязнены, с минерализацией 0.12-0.79 г/л. [23, 24] Воды палеогеновой системы пресные, гидрокарбонатно-кальциево- магниевые с минерализацией 0.2-0.4 г/л.

#### **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы представлен расчет сметной стоимости работ по изготовлению шлифов.

Сметная стоимость рассчитывается согласно нормативным правовым документам:

- Методика составления временных проектно-сметных нормативов на геологоразведочные работы (Методика ВПСН);
- Сборник сметных норм на геологоразведочные работы за 1992 год выпуск №7 (ССН-92, Вып.7);
- Сборник норм основных расходов на геологоразведочные работы за 1996 год выпуск №7 (СНОР-93, Вып.7).

#### **Расчетная часть**

Шлиф - тонкая пластинка горной породы или минерала, приклеенная на стекло. (Согласно пункту 13.1 главы 13 ССН-92, Вып. 7).

Петрографические прозрачные шлифы из горных пород изготавливают путем обработки образцов пород на шлифовальных станках различных марок с применением вращающихся дисков, стеклянных плит, шлифовальных абразивных материалов, алмазных отрезных кругов и др.

Исходя из главы 13 ССН-92 Вып. 7 «Классификация горных пород и руд по категориям сложности изготовления из них прозрачных и полированных шлифов» имеющиеся образцы для изготовления прозрачных и полированных шлифов относятся к I категории сложности работ.

В соответствии с пунктом 3 Методики ВПСН стоимость лабораторных исследований составляет следующие виды затрат:

- основная заработная плата;

- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- материалы;
- амортизация;

### ***Расчет затрат времени и труда на лабораторные работы***

Нормы времени на изготовление прозрачных шлифов приведены в таблице 4.1 (Таблица 13.3 главы 13 ССН-92, Вып. 7).

Расчет затрат времени ( $N_i$ ) по виду работ производится по формуле 1, данные расчетов приведены в таблице 4.2:

Таблица 4.1 - Нормы времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов (в бригадо/час)

| Номер нормы | Наименование работ  | Единица измерения | Норма |
|-------------|---|-------------------|-------|
| 1780        | Изготовление прозрачных шлифов с применением способа холодной цементации и цементации с нагревом образцов (на электроплитке) для I категории сложности. | прозрачный шлиф   | 0,28  |

$$N_i = H_{Bp} \times K \times V_i;$$

где  $H_{Bp}$  — норма времени на выполнение единицы  $i$ -го вида проектируемых работ;

$K$  — поправочный коэффициент, учитывающий изменение затрат времени в связи с отклонением условий от нормализованных;

$V_i$  — объем  $i$ -го вида работ.

Таблица 4.2 - Расчет затрат времени на изготовление из горных пород и руд прозрачных и полированных шлифов

| № п /п | Вид работ                      | Ед. измер. | Объем работ | Норма на единицу (в бригадо-часах) | Поправоч. коэфф-т (К) | Затраты времени (час) |
|--------|--------------------------------|------------|-------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1      | Изготовление прозрачных шлифов | шлиф       | 22          | 0,28                               | 1,20                  | 7,48                  |
|        | Всего:                         |            |             |                                    |                       | 7,48                  |

Используя данные таблицы 4.2, рассчитываем время на изготовление одного прозрачного шлифа, для бригады, состоящей из трех шлифовщиков и одного подсобного рабочего:

- шлиф:  $0,28 \times 1,2 = 0,34$  (в бригадо-часах);

Расчет затрат времени:

- Прозрачные шлифы:  $22 \times 0,34 = 7,48$ ;

## Расчет заработной платы

Таблица 4.3 - Основная заработная плата

| №<br>п/п | Наименование<br>должностей               | Кол-во<br>человек | Оклад за<br>месяц<br>(в<br>рублях) | Оклад за<br>1 день<br>(в<br>рублях) | Район.<br>коэф-т<br>(для<br>Томска) | Итого<br>зарплата<br>(в<br>рублях<br>за день) |
|----------|--|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1        | Шлифовщик<br>горных пород<br>IV разряда  | 1                 | 43056                              | 1872                                | 1,3                                 | 2433,6  |
| 2        | Шлифовщик<br>горных пород<br>III разряда | 1                 | 20935                              | 1345                                |                                     | 1618,5  |
| 3        | Шлифовщик<br>горных пород<br>II разряда  | 1                 | 18078                              | 786                                 |                                     | 1021,8  |
| 4        | Подсобный<br>рабочий I<br>разряда        | 1                 | 12489                              | 543                                 |                                     | 705,9   |
|          | Итого по<br>зарплате:                    |                   |                                    |                                     |                                     | 5779,8  |

Расчет заработной платы за один рабочий день осуществляется с учетом районного коэффициента, который для Томской области составляет 1,3. Рассчитывается для трех шлифовальщиков и одного подсобного рабочего при пятидневной рабочей неделе и восьмичасовом рабочем дне (таблица 4.3).

## **Расчет страховых взносов в социальные внебюджетные фонды**

Страховые отчисления в социальные внебюджетные фонды производятся согласно Федеральному закону от 2 декабря 2013 г. № 322-ФЗ “О бюджете Фонда социального страхования Российской Федерации на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов”. На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

- Тарифы страховых взносов на обязательное страхование:
- ОПС – 22%;
- ОМС - 5,1%;
- ОСС – 2,9.

Лабораторные работы по изготовлению прозрачных и полированных шлифов относятся к 11 классу профессионального риска, ставка отчисления на Страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний составляет 1,2 %. (на основании 1 пункта 1 статьи 419 НК РФ).



Таблица 4.4 - Страховые отчисления в социальные внебюджетные фонды (за 1 день)

| №<br>п/п | Вид отчисления   | Общая<br>сумма<br>зарплаты<br>(в рублях) | Ставка<br>отчисления<br>(в %) | Итого по<br>каждому виду<br>отчисления<br>(в рублях) |
|----------|--|--|-------------------------------|--|
| 1        | Пенсионный фонд  | 5779,8                                   | 22,0                          | 1271,6   |
| 2        | Фонд социального страхования   |  | 2,9                           | 167,6  |
| 3        | Фонд обязательного медицинского страхования                                      |  | 5,1                           | 294,8  |
| 4        | Страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний |  | 1,2                           | 69,4   |
|          | Итого:   |  | 31,2                          | 1803,4   |

***Оборудование.***

Перечень основного оборудования, применяемого при изготовлении прозрачных и полированных шлифов, согласно таблице 13.7 главы 13 ССН-92, Вып. 7, приведен в таблицах 4.5 и 4.6.

Таблица 4.5 - Перечень основного оборудования лаборатории

| № п/п | Наименование   | Единица измерения | Количество | Стоимость (в рублях) |
|-------|--|-------------------|------------|----------------------|
| 1     | Кварцевоотрезной станок  | штука             | 1          | 57000                |
| 2     | Микроскоп поляризационный ПОЛАМ Л-211                            | штука             | 1          | 1040000              |
| 3     | Микроскоп поляризационный агрегатный рабочий рудный, ПОЛАМ-Р-312 | штука             | 1          | 120000               |
| 4     | Станок камнерезный алмазный КРС-110                              | штука             | 1          | 69000                |
| 5     | Станок шлифовальный СШН- 1                                       | штука             | 1          | 65000                |
| 6     | Станок настольно-сверлильный одно-шпиндельный НС-12А             | штука             | 1          | 75000                |
| 7     | Станок камнерезный СКРН-1  | штука             | 1          | 72000                |
| 8     | Шкаф сушильный вакуумный (с вакуумметром термопарным) ШСВ-45к    | штука             | 1          | 124000               |

Таблица 4.6 - Перечень лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при изготовлении прозрачных шлифов (согласно таблице 13.9 главы 13 ССН-92, Вып. 7 и таблице 2 СНОР-93, Вып.7)

| №<br>п/п | Наименование   | Единица<br>измер. | Кол-во | Сметная<br>стоимость(в рублях) |       |
|----------|--|-------------------|--------|--------------------------------|-------|
|          |  |                   |        | За<br>единицу<br>товара        | Всего |
|          | <b>Лабораторная посуда</b>                           |                   |        |                                |       |
| 1        | Банки стеклянные с крышками 0,1-0,2 л                | штука             | 2      | 182                            | 364   |
| 2        | Бутыль 20 л  | штука             | 1      | 821                            | 821   |
| 3        | Колбы плоскодонные 1000 мм                           | штука             | 1      | 586                            | 586   |
| 4        | Стаканы фарфоровые N 7, 1000 мм                      | штука             | 1      | 329                            | 329   |
| 5        | Чаши кристаллизационные ЧКТ-90, d=310 мм, выс. 90 мм | штука             | 1      | 398                            | 398   |
|          | <b>Реактивы</b>                                      |                   |        |                                |       |
| 1        | Натрий углекислый, ч.д.а.                            | кг                | 0,1    | 52                             | 5,2   |
| 2        | Окись алюминия, ч.д.а.                               | кг                | 0,1    | 120                            | 12    |
| 3        | Окись (III) железа, осч.ч.                           | кг                | 0,1    | 85                             | 8,5   |
| 4        | Окись хрома (III), ч.д.а.                            | кг                | 0,1    | 430                            | 43    |
| 5        | Окись хрома (II), ч.д.а.                             | кг                | 0,1    | 387                            | 38,7  |
| 6        | Пихтовое масло                                       | кг                | 0,1    | 650                            | 65    |
| 7        | Спирт-ректификат, осч.                               | л                 | 0,5    | 65                             | 32,5  |
| 8        | Этиленгликоль, ч.д.а.                                | кг                | 0,1    | 375                            | 37,5  |

Продолжение таблицы 4.6

|    | <b>Материалы</b>  |       |     |       |         |
|----|---|-------|-----|-------|---------|
| 1  | Канифоль таловая кристаллическая                              | кг    | 0,1 | 54    | 5,4     |
| 2  | Микрошлифопорошок К36, N М-5                                  | кг    | 0,1 | 98    | 9,8     |
| 3  | Микрошлифопорошок К36, N М-7                                  | кг    | 0,1 | 210   | 21      |
| 4  | Микрошлифопорошок К36, N М-10                                 | кг    | 0,1 | 132   | 13,2    |
| 5  | Микрошлифопорошок К36, N М-14                                 | кг    | 0,1 | 180   | 18      |
| 6  | Микрошлифопорошок К36, N М-20                                 | кг    | 0,1 | 290   | 29      |
| 7  | Микрошлифопорошок К36, N М-28                                 | кг    | 0,3 | 780   | 234     |
| 8  | Стекла покровные, 24х24 мм                                    | штука | 12  | 420   | 5040    |
| 9  | Стекла предметные   | штука | 12  | 20    | 240     |
| 10 | Шеллак  | кг    | 0,1 | 650   | 65      |
| 11 | Шлифовальное зерно К39 N 50-16                                | кг    | 0,1 | 43000 | 4300    |
| 12 | Шлифовальный порошок К37 N 12-10                              | кг    | 0,1 | 750   | 75      |
|    | <b>Материалы для оформления результатов проведенных работ</b> |       |     |       |         |
| 1  | Блокнот малого размера  | штука | 1   | 53    | 53      |
| 2  | Карандаш механический   | штука | 2   | 30    | 60      |
| 3  | Линейка чертежная, 20 см                                      | штука | 1   | 17    | 17      |
| 4  | Ручка шариковая   | штука | 3   | 25    | 75      |
|    | Итого:  |       |     |       | 12995,8 |

## Накладные расходы

Накладные расходы составляют 10% от основных расходов (таблица 4.7)

Таблица 4.7 - Услуги по проведению лабораторных исследований

| № п/п                 | Наименование<br>затрат по<br>направлениям<br>затрат | Общий объем<br>затрат, руб. | % накладных<br>расходов | Сумма<br>накладных<br>расходов |
|-----------------------|---|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Всего прямых расходов |   | 1 643 351,80                | 10                      | 164 335,18                     |
| 1                     | Материалы и<br>комплектующие                        | 1 634 995,80                | 10                      | 163 499,58                     |
| 2                     | Оплата труда  | 5 779,80                    | 10                      | 577,98                         |
| 3                     | Начисления на<br>оплату труда                       | 1 803,4                     | 10                      | 180,34                         |
| 4                     | Амортизация<br>основных<br>средств                  | 772,80                      | 10                      | 77,28                          |

## Амортизация

Расчет амортизации производится только для оборудования (таблица 4.8). Норма амортизации вычисляется линейным методом по формуле 2 (Налоговый кодекс часть 2, глава 25 статья 259 п.1):

$$\frac{1}{n} \times 100\%;$$

где  $n$  — срок службы оборудования.

Таблица 4.8 - Амортизация основного оборудования лаборатории

| №<br>п/п | Наименование  | Цена за единицу,<br>принятая в<br>СНОР (в рублях) | Срок<br>службы | Ежемесячные<br>амортизационн<br>ые отчисления<br>(в рублях) |
|----------|---|---|----------------|---|
| 1        | Кварцевоотрезной<br>станок  | 57000   | 10 лет         | 475.0   |
| 2        | Микроскоп<br>поляризационный<br>ПОЛАМ Л-211                                   | 1040000   | 5 лет          | 17333.3   |
| 3        | Микроскоп<br>полиризационный<br>агрегатный рабочий<br>рудный, ПОЛАМ-Р-<br>312 | 120000  | 5 лет          | 2000.0  |
| 4        | Станок камнерезный<br>алмазный КРС-110  | 69000   | 10 лет         | 575.0   |
| 5        | Станок<br>шлифовальный СШН-<br>1  | 65000   | 10 лет         | 541.7   |
| 6        | Станок настольно-<br>сверлильный одно-<br>шпиндельный НС-12А                  | 75000   | 10 лет         | 625.0   |
| 7        | Станок камнерезный<br>СКРН-1  | 72000   | 10 лет         | 600.0   |
| 8        | Шкаф сушильный<br>вакуумный (с<br>вакуумметром<br>термопарным) ШСВ-<br>45к    | 124000  | 10 лет         | 1033.3  |
|          | Итого:  |   |                | 23183.3   |

|  |                       |  |  |       |
|--|-----------------------|--|--|-------|
|  | Амортизация за 1 день |  |  | 772,8 |
|--|-----------------------|--|--|-------|

### Общая стоимость работ

Общая сметная стоимость работ представлена таблицей по форме СМ4 (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Сметные нормы по статьям основных расходов на проведение комплекса лабораторных исследований

| Статьи расхода                                   | Сметная стоимость<br>(в рублях) | Источник принятой нормы                        |
|--|---------------------------------|--|
| Основная заработная плата                        | 5779,8                          | ССН-92, Вып.7,<br>гл.13;<br>СНОР-93, Вып.7     |
| Страховые взносы в социальные внебюджетные фонды | 1803,4                          | ФЗ №322 от 2 декабря 2013 г. «О бюджете ...»   |
| Материалы  | 1634995,8                       | ССН-92, Вып.7,<br>гл.13;<br>СНОР-93, Вып.7     |
| Амортизация                                      | 772,8                           | Налоговый кодекс,<br>ч.2, гл. 25, ст. 259, п.1 |
| Накладные расходы                                | 164335,18                       |  |
| Всего:   | 1807686,98                      |  |

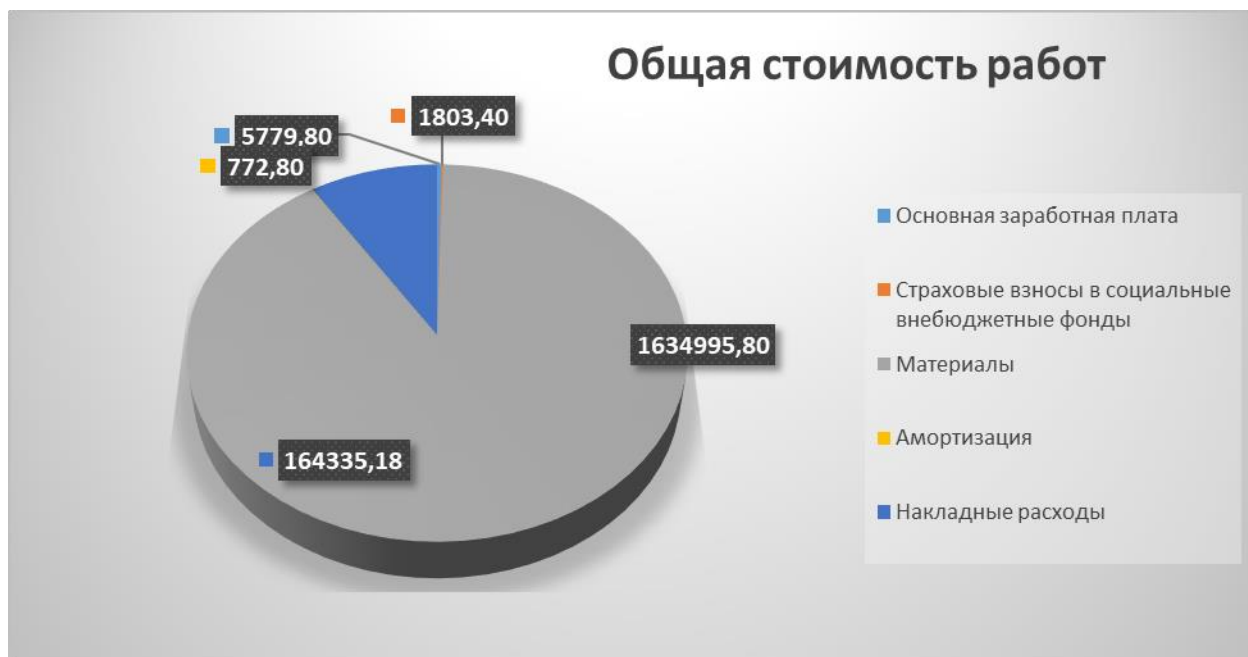


Рисунок 4.1 - Общая стоимость работ

Таким образом, на изготовление шлифов и проведение анализов необходимо 1807686,98 рублей. Основную часть затрат составляют материалы (1634995,8 руб.), (рисунок 4,1).



## **5 Социальная ответственность при изучении литолого-петрографических особенностей и битуминологии отложений баженовской свиты снежного нефтяного месторождения (Томская область)**

Социальная или корпоративная социальная ответственность (как морально-этический принцип) – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров (ICCSR 26000:2011).

Цель данного раздела: проанализировать опасные и вредные факторы при работе за компьютером, обосновать методы и средства защиты, работающих от действия опасных или вредных производственных факторов, решить вопросы обеспечения защиты от них на основе требований действующих нормативно-технических документов и методических указаний.

Рабочее место, размер которого 9,4x5 м., имеет естественное и искусственное освещение. Естественное освещение попадает в аудиторию через световые проемы (окна). Площадь на одно рабочее место с ПЭВМ составляет не менее 4 м<sup>2</sup>, а объем – не менее 10 м<sup>3</sup>. В рабочей аудитории расположено десять персональных компьютеров. Система отопления обеспечивает постоянное и равномерное нагревание воздуха в помещении в холодный период года. Система вентиляции обеспечивает постоянный приток свежего воздуха.

Основная работа производится в закрытом помещении (камеральная обработка данных) за компьютером, поэтому в разделе «Социальная ответственность» рассматривается безопасность работы за рабочим местом в компьютерном классе.

## 5.1 Производственная безопасность

Работы на электронно-вычислительных машинах и видеодисплейных терминалах проводятся в помещении, соответствующем требованиям Санитарных правил и норм. Для выявления факторов опасности при работе на компьютере производится анализ классификации факторов опасности по ГОСТ 12.0.003-74 (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при лабораторных и камеральных работах

| Этапы работ | Наименование видов работ и параметров производственного процесса  | Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)  |   | Нормативные документы  |
|-------------|---|---|---|--|
|             |   | Вредные   | Опасные   |  |
| 1           | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Камеральный | Обработка информации на персональном компьютере (обработка результатов анализов, построение графического материала, набор текста) | 1. Освещенность рабочей зоны;<br>2. Микроклимат в помещении;<br>3. Шум;<br>4. Ионизирующее излучение<br>5. Степень нервно-эмоционального напряжения;<br>6. Монотонный режим работы; | 1. Электрический ток;<br>2. Короткое замыкание;<br>3. Статическое электричество | ГОСТ 12.1.019-79 [2]<br>ГОСТ 12.1.038-82 [3]<br>ПТЭ и ПТБ потребителей [4]<br>ПУЭ [5]<br>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [6]<br>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [7]<br>СанПиН 2.2.4.548-96 [8] |

## **5.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)**

Освещенность рабочей зоны.

Источник естественного освещения – это солнечная радиация, то есть поток лучистой энергии солнца, доходящей до земной поверхности в виде прямого и рассеянного света. Основной величиной для расчета и нормирования естественного освещения внутри помещений принят коэффициент естественной освещенности (КЕО). Коэффициент естественной освещенности рассчитывается по формуле.

$$КЕО=(E/E_0) \times 100\%,$$

где  $E$  – освещенность (измеренная) на рабочем месте, лк;  $E_0$  – освещенность на улице (при среднем состоянии облачности), лк. Обеспечивается коэффициент естественного освещения (КЕО) не ниже 1,5%.

Искусственное освещение может быть общим, местным и комбинированным.

Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, который принимается в зависимости от условий среды и класса помещений по взрывопожароопасности.

Световой поток от лампы накаливания или группы разрядных ламп, образующих светильник, рассчитывают по формуле.

$$\Phi_{\text{Л}}=100 \times E_{\text{н}} \times S \times z \times k / N \times \eta,$$

где:

$\Phi_{\text{Л}}$  – световой поток лампы или группы ламп, лм;

$N$  – число светильников в помещении, шт;

$E_{\text{н}}$  – нормированная минимальная освещенность, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению  $E_{сп}/E_{min}$ , значение которого для ламп накаливания составляет 1,15, а для люминесцентных ламп – 1,1;

$k$  – коэффициент запаса, составляющий для ламп накаливания 1,3-1,6 и для разрядных ламп – 1,4-1,8;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока ламп. Недостаточное освещение ведет к перенапряжению глаз, к общему утомлению человека. В результате снижается внимание, ухудшается координация движений, что может привести при конкретной физической работе к несчастному случаю.

#### Расчет освещенности помещения

Основной метод расчета – по коэффициенту использования светового потока, которым определяется поток, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности при общем равномерном освещении с учетом света, отраженного стенами и потолком.

Рассчитаем искусственную освещённость в рабочем кабинете и сравним её с нормами освещённости на рабочем месте согласно СНиП 23-05-95 [41].

Данное помещение имеет следующие размеры: длина  $A = 9,4$  м, ширина  $B = 5$  м, высота  $H = 3.5$  м. Высота рабочей поверхности  $h_{рп} = 0.9$  м. В кабинете используется система общего равномерного освещения. Светильники размещены в 3 ряда. В каждом ряду установлено по 5 светильников модели TLA418/W/CL/OL мощностью 72 Вт (4 x 18 Вт) (с длиной 0.61 м). КПД лампы 60 %, ток – 0.37 А, световой поток 1060 лк. Лампы встроены в навесной потолок, из чего следует, что высота рабочей зоны равна 2.7 м.

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами,  $l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стен.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является  $\lambda$ ,  $\lambda = L/h$ . Для выбранного типа светильника  $\lambda = 1.4$ , следовательно,  $L = 1.4 \times 2.7 = 3.78$  (м). Оптимальное расстояние  $l$  рекомендуется принимать, равным  $L/3$ ,  $l = 3.78 / 3 = 1.26$  (м). Следовательно, для данного помещения

необходимо 4 светильника. Изобразим схему помещения и размещения на нем светильников (рисунок 5.1).

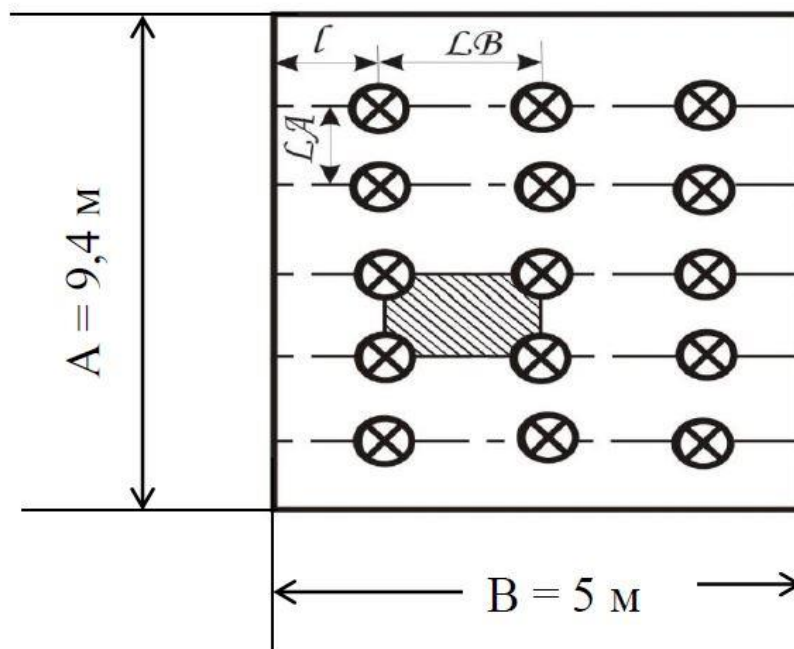


Рисунок 5.1 - Схема размещения светильников в помещении

Определение требуемого количества светильников

$$N = (E \times S \times 100 \times K_3) / (U \times n \times \Phi_{\text{л}}),$$

где  $E$  – требуемая освещенность горизонтальной плоскости;  $S$  – площадь освещаемого помещения,  $\text{м}^2$ ;  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;  $K_3=1,4$ ;  $\Phi_{\text{л}}$  – световой поток одной лампы, лм;  $U$  – коэффициент использования осветительной установки, %;  $n$  – число ламп в одном светильнике.

Согласно СНиПу 23-05-95 зрительная работа в данном кабинете относится к классу наивысшей точности, так как средний размер объекта различения 0.5 мм. Разряд зрительной работы – I, подразряд – г (контраст объекта с фоном – средний, большой; фон – светлый, средний). [41]

Для данных параметров устанавливается норма освещенности – 300-500 лк при системе общего освещения. Возьмем для расчетов  $E = 400$  лк.

Для определения  $U$  необходимо знать индекс помещения  $i$ , коэффициент отражения стен и потолка и тип светильника:

Коэффициент отражения стен (оклеены светлыми обоями)  $R_c = 50 \%$ , потолка (свежепобеленный)  $R_n = 70 \%$ .

Находим индекс помещения

$$i = S / h (A+B),$$

$$i = 47 / (2.7 \times (5 + 9,4)) = 1.21.$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0.48$ .

Следовательно,  $U = 48 \%$ ,

$$N = (E \times S \times 100 \times K_3) / (U \times n \times \Phi_{\text{л}}),$$

$$N = (400 \times 47 \times 100 \times 1.4) / (48 \times 4 \times 1060) = 12,99$$

Из расчета видим, что для достижения освещенности в аудитории в 400 лекционной необходимо установить 13 светильников, однако в учебной аудитории установлено 15 светильников, что указывает на достаточную освещенность помещения.

### Микроклимат в помещении

Микроклимат производственных помещений – метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха. Это факторы, которые указывают влияние на тепловое состояние человека и определяющие работоспособность, здоровье и производительность труда.

С целью создания нормальных условий для работы установлены нормы производственного микроклимата. В компьютерном классе согласно СанПиН

2.2.4.548-96 должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (таблица 6.2).

Таблица 5.2 - Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ВДТ и ПЭВМ (СанПиН 2.2.4.548 – 96)

| Сезон года | Категория тяжести выполняемых работ | Температура С <sup>0</sup> |             | Относительная Влажность, % |             | Скорость движения воздуха, м/сек |             |
|------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
|            |                                     | Фактические                | Оптимальные | Фактические                | Оптимальные | Фактически                       | Оптимальные |
| 1          | 2                                   | 3                          | 4           | 5                          | 6           | 7                                | 8           |
| Холодный   | 1а (легкая)                         | 23                         | 22-24       | 45                         | 40-60       | 0.1                              | 0.1         |
| Теплый     | 1а (легкая)                         | 25                         | 23-25       | 45                         | 40-60       | 0.1                              | 0.1         |

Микроклимат в компьютерной аудитории соответствует оптимальным нормам, указанным в СанПиН 2.2.4.548 – 96. Для поддержания норм в аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы. Для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне применяются следующие основные мероприятия: устройство систем вентиляции, кондиционирования воздуха и отопления. В данном случае проводимые работы можно отнести к категории 1а – интенсивность энергозатрат до 120 ккал/ч (производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением)

### Шум

Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, утомляет центральную нервную систему, в результате чего ослабляется внимание, увеличивается количество ошибок в

действиях рабочего, снижается производительность труда. Воздействие шума приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться причиной несчастного случая.

Гигиенические нормативы шума определены ГОСТ 12.1.003 – 83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий».

Предельно допустимый уровень звука в рабочей аудитории равен 80 дБА, что соответствует нормам, установленным в СН 2.2.4/2.1 .8.562-96. Для соответствия нормативам в аудитории проводятся следующие основные мероприятия:

- звукопоглощение и звукоизоляция;
- установка глушителей шума;
- рациональное размещение оборудования.

В учебной аудитории уровень шума минимален, т.к. в помещении не имеется источников сильного шума. При работе персонального компьютера (ноутбука) уровень шума не более 50 дБ. Помещение имеет хорошую естественную шумоизоляцию, что также позволяет снизить общую шумовую нагрузку.

#### Ионизирующее излучение

Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения необходимо руководствоваться следующими основными принципами, согласно СП 2.6.1.758-99 – «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность».

В аудитории с целью снижения вредного влияния ионизирующего излучения при работе с компьютером соблюдаются следующие общие гигиенические требования:

Для ослабления влияния рассеянного рентгеновского излучения от монитора ПК используются защитные фильтры (экраны).



Согласно требованиям санитарных норм, выполняются обязательные перерывы при работе за компьютером.

Степень нервно-эмоционального напряжения.

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не превышает 2 часов.

При работе на ПК осуществляться комплекс профилактических мероприятий:

- проводятся упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;
- для снятия локального утомления осуществляются физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;
- для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, проводятся физкультпаузы [35].

Монотонный режим работы

Влияние монотонного труда на организм работника весьма сложно и многообразно. Психофизиологические реакции человека на монотонную работу практически одинаковы при обоих видах монотонной деятельности. Установлено, что монотонный труд вызывает, прежде всего, изменения в

функциональном состоянии центральной нервной системы, что проявляется в увеличении процента расторможенных дифференцировок, замедлении способности к переключению внимания, снижению подвижности основных нервных процессов.

Наряду с изменением физиологических функций при монотонной работе часто отмечаются изменения, характеризующие психологический статус работающих, их субъективные ощущения и переживания, к которым относятся скука, сонливость, неудовлетворенность работой и др.

Для того, чтобы избежать утомляемости необходимо делать каждые 2 часа перерывы, а также желательно стараться более 4 часов не заниматься одной и той же работой.

### **5.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)**

Электрический ток.

Электрический ток – это основной опасный фактор при компьютерной работе. Источником электрического тока являются электрические установки, к которым относится оборудование ЭВМ. Они представляют для человека потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Действие электрического тока на организм человека носит многообразный характер. Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие. Общие требования и номенклатура видов защиты соответствует ГОСТу 12. 1. 019-79. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов нормируется согласно ГОСТу 12.1.038-82. ССБТ.

Электрические травмы представляют собой чётко выраженные местные повреждения тканей организма человека, вызванные воздействием электрического тока.

Электротравмы излечимы, хотя степень тяжести может быть значительной вплоть до гибели человека.

Поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через его тело или, иначе говоря, при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма, относятся:

1. Защитное заземление и зануление
2. Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
3. Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
4. Соблюдения правил противопожарной безопасности;
5. Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов.

#### Короткое замыкание

Короткое замыкание - такой аварийный режим в электроустановке, при котором происходит соединение разноименных проводников, находящихся под напряжением, через очень малое сопротивление, не предусмотренное режимом работы данной электросети, оборудования или аппарата). Короткое замыкание является одной из основных причин возникновения пожаров в электроустановках [40].

Для предотвращения короткого замыкание:

- все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование питается от одной фазы электросети;

- корпуса системного блока и внешних устройств заземлены радиально с одной общей точкой;
- при отключении компьютерного оборудования используется отдельный пункт с автоматами и общим рубильником;
- все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования проводится при отключенном электропитании.

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма при коротком замыкании, являются:

- систематический контроль за состоянием изоляции электропроводов, кабелей и т.д.;
- разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации средств вычислительной техники и контроль за их соблюдением;
- соблюдение правил противопожарной безопасности;
- своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов [40].

### Статическое электричество

Статическое электричество — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых материалов или на изолированных проводниках.

Одним из распространенных средств защиты от статического электричества является уменьшение генерации электростатических зарядов или их отвод с наэлектризованного материала, что достигается:

- заземлением металлических и электропроводных элементов оборудования;
- увеличением поверхностной и объемной проводимости диэлектриков;
- установкой нейтрализаторов статического электричества.

В аудитории производится постоянный отвод статического электричества от оборудования с помощью заземления, так же соблюдаются все общие требования электростатической искробезопасности, прописанные в ГОСТ 12.1.018. В аудитории предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей не превышает норму, равную 60 кВ/м в 1 ч.

#### **5.4 Экологическая безопасность**

Правила утилизации компьютеров и комплектующих

1) Утилизация техники на соответствующем предприятии, имеющем право на переработку компьютеров.

2) Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что техника была утилизирована в соответствующем порядке и опасные отходы не будут загрязнять окружающую среду.

Такие металлы, как свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк входящие в состав электронных компонентов переходят под воздействием внешних условий в органические и растворимые соединения и становятся сильнейшими ядами. Утилизация пластиков, содержащих ароматические углеводороды, органические хлорпроизводные соединения является насущной проблемой экологии, поэтому вся оргтехника должна утилизироваться по правилам.

Отдельного положения, регулирующего утилизацию именно техники и компьютеров, в законодательной базе нет. Утилизация и переработка осуществляются согласно общим положениям. Списанные компьютеры относятся к отходам и должны быть утилизированы в порядке, указанном в законодательстве в сфере обращения с отходами (ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 №89-ФЗ). Если техника содержит в себе опасные для окружающей среды вещества – тяжелые металлы, соли, – она подпадает под категорию опасных отходов.

## Правила утилизации макулатуры

Согласно ГОСТ10700-97 «Макулатура бумажная и картонная. Технические условия», макулатура, пришедшая в негодность по каким-либо причинам, должна вывозиться в места утилизации, согласованные с органами санитарно-эпидемиологической службы.

Сбор и складирование макулатуры в специально-выделенном для этого месте в корпусе

Сдача и утилизация бумажной макулатуры на соответствующем предприятии, имеющем право на ее переработку.

Получение официального подтверждения в виде документа, сообщающего о том, что макулатура была утилизирована в соответствующем порядке и ее отходы не будут загрязнять окружающую среду.

## Правила утилизации люминесцентных ламп

– При замене перегоревших ламп немедленно после удаления отработанной ртутьсодержащей лампы из светильника каждая отработанная ртутная лампа должна быть упакована в индивидуальную тару из гофрокартона или картонную коробку.

– Передача отработанных ртутьсодержащих ламп на обезвреживание осуществляется в соответствии с договором, заключенным со специализированным предприятием, имеющим лицензию на деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I-IV классов опасности.

– Получение официального документа, сообщающего о том, что люминесцентные лампы были утилизированы в соответствующем порядке и их отходы не будут загрязнять окружающую среду.

–

## **5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Здание, в котором располагается наша рабочая аудитория по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Степень огнестойкости здания II согласно. В зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок).

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты:

- «План эвакуации людей при пожаре»;
- Памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности;
- Системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ;
- Углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ);
- Система автоматической противопожарной сигнализации.

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

## **5.6 Правовые и организационные вопросы по обеспечению безопасности**

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118". О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и

нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03" лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю. Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01, продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к различным видам трудовой деятельности, за основную работу с компьютером следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Согласно статье 111 Трудового кодекса РФ при шестидневной рабочей неделе работникам предоставляются один выходной день в неделю – воскресенье.

В данном учебном корпусе и аудитории выполняются все выше перечисленные требования, соблюдаются все нормы.

## **5.7 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03 (рабочее место для выполнения работ, в положении сидя) конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов соответствует антропометрическим, физическим и психологическим требованиям в нашей рабочей аудитории. Большое значение имеет также характер работы.



В частности, при организации рабочего места соблюдаются следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;
- уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации.

### **Вывод**

Аудитория для самостоятельной работы, в которой происходил рабочий процесс с использованием ПЭВМ, соответствует всем предъявляемым требованиям санитарных норм и стандартам. В помещении соблюдены все меры безопасности и условий труда.

## Заключение

В ходе исследований пород баженовской свиты по скважине X Снежном нефтяном месторождения получены следующие результаты.

Степень катагенетической преобразованности пород баженовской свиты в районе исследований соответствует градациям протокатагенеза  $МК_1^2$  и породы сохранили свой исходный генерационный потенциал.

Согласно результатам литолого-петрографических исследований, в породах баженовской свиты нами выделены 6 литологических типов, основным компонентом являются глинисто-гидрослюдисто-кремнистые минералы. В изученных образцах пород прослеживается обратная связь между содержанием кремнистой и глинистой фаз. Максимальное содержание кремнистой фазы соответствует породам баженовской свиты с наиболее высоким генерационным потенциалом.

Осадки баженовской свиты отлагались в условиях высоко восстановительной среды и застойного режима бассейна, на что указывает сыпь и вкрапления пирита и тонкодисперсность породообразующего материала исследуемых отложений. Отмечается обогащение глинистых осадков кремнистым и карбонатным материалом биогенного и хемогенного происхождения в совокупности с рассеянным органическим веществом, что в дальнейшем способствовало образованию битуминозной толщи тонкослоистых нефтематеринских аргиллитов.

В выделенных нами литотипах преобладают сингенетичные битумоиды смешанного состава (от легкого до масляистого, смолистого и реже асфальтенового), распределение их в породе равномерно-рассеянное, пятнистое и трещинное. Баженовская свита представляет коллектор трещинного типа. Миграция битумоидов отмечается как из породы в трещины, так и из трещин в породу, что отражает перераспределение битумоидов внутри свиты.

## Список используемых источников

1. Алексеев А.Д. Природные резервуары нефти в отложениях баженовской свиты на западе Широкого Приобья // Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Москва, 2009. - 185 с.
2. Брадучан Ю.В., Гольдберг А.В., Гурари Ф.Г. и др. Баженовский горизонт Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1986. – 285 с.
3. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003. – 341 с.
4. Брехунцов А.М., Нестеров И.И., Нечипорук Л.А. Битуминовые глинистые отложения баженовского горизонта – приоритетный стратегический объект нефтедобычи в Западной Сибири // Журнал «Георесурсы, геоэнергетика, геополитика». 2014.
5. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Некоторые аспекты формирования баженовской свиты в центральных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. 2005. № 4. - С. 118–135.
6. Гурари Ф.Г. Региональный прогноз промышленных скоплений углеводородов в доманикитах // Геология нефти и газа, 1984. – №2. – С. 1–5.
7. Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности / Под редакцией Ф.Г. Гурари. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1982. – 134 с.
8. Гаврилов А.Е., Жуковская Е.А., Тугарова М.А., Остапчук М.А. Целевая классификация пород баженовской свиты (на примере месторождений центральной части Западной Сибири). Нефтяное хозяйство. 2015. - 12. - С. 38-40.
9. Методические рекомендации по подсчету запасов нефти и растворенного газа объемным методом / Под редакцией В.И. Петерсилье, В.И. Пороскуна, Г.Г. Яценко. – Москва-Тверь: Изд-во ВНИГНИ, НПЦ

«Тверьгеофизика», 2003. – 261 с.

10. Умрихин И.Д., Вольпи С.Г., Днепровская Н.Н. и др. Определение гидродинамической модели залежи и типа коллектора Салымского месторождения // Нефтяное хозяйство, 1984. – №6. – С. 33–38.

11. Брехунцов А.М., Нестеров И.И., Нечипорук Л.А. Битуминозные глинистые отложения баженовского горизонта – приоритетный стратегический объект нефтедобычи в Западной Сибири // Электронный журнал «Георесурсы, геоэнергетика, геополитика». 2014

12. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2002. 253 с.

13. Поиски и оценка перспектив коммерческой добычи из отложений баженовской свиты на лицензионных участках ООО «Норд Империял» и ООО «Альянснефтегаз». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http://rosgeoportal.ru/association/materials/SitePages/downloads/t%D0%BEmsk20082014\\_05.pdf](http://rosgeoportal.ru/association/materials/SitePages/downloads/t%D0%BEmsk20082014_05.pdf).

14. Олли И.А. Органическое вещество и битуминозность осадочных отложений Сибири. По результатам люминесцентно-микроскопического метода. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.ipgg.sbras.ru/ru/science/publications/publ-organicheskoe-veschestvo-i-bituminoznost-osadochnykh-otlozheniy-1975-67406>.

15. О.М. Макарова, Н.И. Коробова, А.Г. Калмыков, и др. Основные типы пород баженовской свиты на Сургутском своде и сопредельных территориях // Георесурсы, 2017. Спецвыпуск - Ч. 2 - С. 155 - 164.

16. А.Э. Конторович, П.А. Ян, А.Г. Замирайлова, Е.А. Костырева, В.Г. Эдер. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика, 2016, т. 57 - №11 – С. 2034 - 2043.

17. Недоливно Н.М., Ли Ц. Литолого-петрографические особенности отложений баженовской свиты на Западно-Квензерской площади (юго-восток

Нюрольской впадины, Томская область) // Научный альманах, 2015. - №8 (10) – С. 1212 - 1220.

18. Интерпретация 3Д сейсмических данных на Снежном месторождении, ООО «Норд Империял», Томск, 2010 г.

19. Оперативный подсчет запасов углеводородов по Снежному месторождению Томской области, ООО «Норд Империял», Томск, 2007 г.

20. Отчет о проведении площадных сейсморазведочных работ МОГТ-3Д сеймопартией 17/05-06 на лицензионном участке №77, ООО «Норд Империял», Томск, 2007 г.

21. Подсчет запасов УВ и ТЭО КИН продуктивных пластов Снежного месторождения, ООО «Норд Империял», Томск, 2011 г.

22. Крылов О.В. Технологическая схема разработки Снежного месторождения Томской области. Томск: ООО «Норд Империял», 2009

23. Умрихин И.Д., Вольпий С.Г., Днепровская Н.Н. и др. Определение гидродинамической модели залежи и типа коллектора Салымского месторождения // Нефтяное хозяйство, 1984. №6.- С 33- 38.

24. Филина С.И., Корж М.В., Зонн М.С. Палеогеография и нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири. М.: Наука, 1984. 35 с.

25. Подсчет запасов УВ и ТЭО КИН продуктивных пластов Снежного месторождения, ООО «Норд Империял», Томск, 2011 г. 138 с.

26. Крылов О.В. Технологическая схема разработки Снежного месторождения Томской области. Томск: ООО «Норд Империял», 2009 г. 74 с.

27. Олли И.А. Органическое вещество и битуминозность осадочных отложений Сибири. По результатам люминесцентно-микроскопического метода. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.ipgg.sbras.ru/ru/science/publications/publ-organicheskoe-veschestvo-i-bituminoznost-osadochnykh-otlozheniy-1975-67406>.

28. Поиски и оценка перспектив коммерческой добычи из отложений баженовской свиты на лицензионных участках ООО «Норд Империял» и

ООО«Альянснефтегаз».[Электронныйресурс]. Режим доступа: URL: [http://rosgeoportal.ru/association/materials/SitePages/downloads/t%D0%BEmsk20082014\\_05.pdf](http://rosgeoportal.ru/association/materials/SitePages/downloads/t%D0%BEmsk20082014_05.pdf)

29. Коровина Т.А. Закономерности формирования и распространения коллекторов в битуминозных отложениях баженовской свиты для оценки перспектив нефтегазоносности западного склона Сургутского свода // Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 108 с.

30. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981 –141 с.

31. Степанов С.А. Геологическое строение и нефтегазоносность палеозоя и венда на северо-востоке Томской области. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1991 – 90 с.

32. Региональные стратиграфические схемы мезозойских отложений Западно-Сибирской равнины. — Тюмень. — Изд. ЗапСибНИГНИ — 1991.

33. Шпильман В.И., Гришкевич В.Ф. Характеристика истории тектонического развития резервуара //Применение математических методов при поисково- разведочных работах на нефть и газ в Западной Сибири/ Тр.ЗапСибНИГНИ. — 1975.-Тюмень. — Вып. 99. — С.152-154.

34. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ. – 2008. – 18 с.

35. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – 3 с.

36. ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – 5 с.

37. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003. – 28 с.

38. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003. – 26 с.
39. СНиП 2.04.05 – 91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – 15 с.
40. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
41. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение
42. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003. – 28 с.
43. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
44. СанПиН 2.6.1.1015-01
45. ГОСТ Р МЭК 61140-2000. Защита от поражения электрическим током. Общие поражения электрическим током. Общие положения по безопасности, обеспечиваемой электрооборудованием и электроустановками в их взаимосвязь. – 3 с.
46. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.– 5 с.
47. ГОСТ Р 55090-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги. – 3с.
48. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997. – 16 с.
49. ССН-92, Выпуск 7: Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород. М.: ВИЭМС, 1992.

50. СНОР-93, Вып.7: Лабораторные исследования при геолого-экологических работах. Москва, ВИЭМС, 1996.
51. Налоговый кодекс Российской Федерации часть 2 глава 25 статья 259 п.1
52. Zanin N. Yuri, V.G. Eder, A.G. Zamirailova; Composition and formation environments of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous black shale Bazhenov Formation (the central part of the West Siberian Basin); Marine and Petroleum Geology 25 (2008) 289–306 p.
53. Yuri N. Zanin, Vika G. Eder, Al'bina G. Zamirailova, Vladimir O. Krasavchikov; Models of the REE distribution in the black shale Bazhenov Formation of the West Siberian marine basin, Russia; Chemie der Erde 70 (2010) 363–376 p.
54. Yu.N. Zanin \*, A.G. Zamirailova, V.R. Livshits, V.G. Eder; The role of skeletal and nonskeletal biogenic material in the accumulation of organic matter of the Bazhenov Formation; Russian Geology and Geophysics 49 (2008) 272–279 p.
55. Нетрадиционная нефть: станет ли бажен вторым баккеном Электрон. дан. URL:[https://www.petroleumengineers.ru/sites/default/files/skolkovo\\_0.pdf](https://www.petroleumengineers.ru/sites/default/files/skolkovo_0.pdf), свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 02. 06. 2018 г.
56. Обзорная карта Томской области URL:<https://planetolog.ru> свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 06. 06. 2018 г.
57. Ежова А.В. Геологическая интерпретация геофизических данных. – Т.: ТПУ, 2012 – 116 с.



## Приложение А

### **Peculiarities of sedimentation in Upper Jurassic–Lower Cretaceous black shale Bazhenov formation**

Студент

| Группа | ФИО                        | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ6Б  | Грачев Сергей Владимирович |         |      |

Консультант отделения геологии:

| Должность | ФИО                            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Гершелис Елена<br>Владимировна |                           |         |      |

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

| Должность | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Терре Дина<br>Анатольевна | к.ф.н.                    |         |      |

## **Peculiarities of sedimentation in Upper Jurassic - Lower Cretaceous black shale Bazhenov formation**

### **1 Main characteristics of the area**

The Upper Jurassic–Lower Cretaceous Bazhenov Formation is regarded as the principal source of the West Siberian oil fields. Its age has been determined as the most part of Tithonian (Volgian) and Lower Berriassian (Braduchan et al., 1986; Belousova et al., 1991; Shurygin et al., 2000; Baturin et al., 2004). The formation is spread over more than 1106 km<sup>2</sup> in the West Siberian Plate and its thickness ranges from 15–20 up to 50–60 m. The spread area of the Bazhenov Formation is almost isometric and converges to the north, where the Bazhenov Sea was connected to the northern sea (Karsk Sea today, Fig. 1). In its other parts the basin was restricted. The Bazhenov Formation is underlain by a condensed Upper Oxfordian-Kimmeridgian and partly Lower Tithonian Georgiev Formation, which consists of terrigenous and carbonate rocks of marine origin. The Bazhenov Formation is overlaid by Berriasian shallow marine terrigenous deposits [52]. The Bazhenov Formation's composition and genesis have been investigated by many researchers (Gurova, 1960; Gurova and Kazarinov, 1962; Saks and Nal'nyaeva, 1964; Kontorovich, 1967, 1976; Golbert et al., 1968; Kontorovich et al., 1975, 1998; Filina, 1976; Alekseev et al., 1976; Ushatinsky and Zaripov, 1978; Golbert and Kontorovich, 1978; Lebedev et al., 1979; Korzh, 1978; Khabarov et al., 1980; Ushatinsky, 1981, 1984, 1986; Ushatinsky and Ibragimova, 1982; Dorofeeva et al., 1983; Filina et al., 1984; Nesterov and Ushatinsky, 1985; Ushatinsky and Kharin, 1985; Gurari et al., 1988; Chernavskiy, 1994; Zanin et al., 1999; Zubkov and Doronina, 1982; Saraev, 1987; Eder et al., 2003).

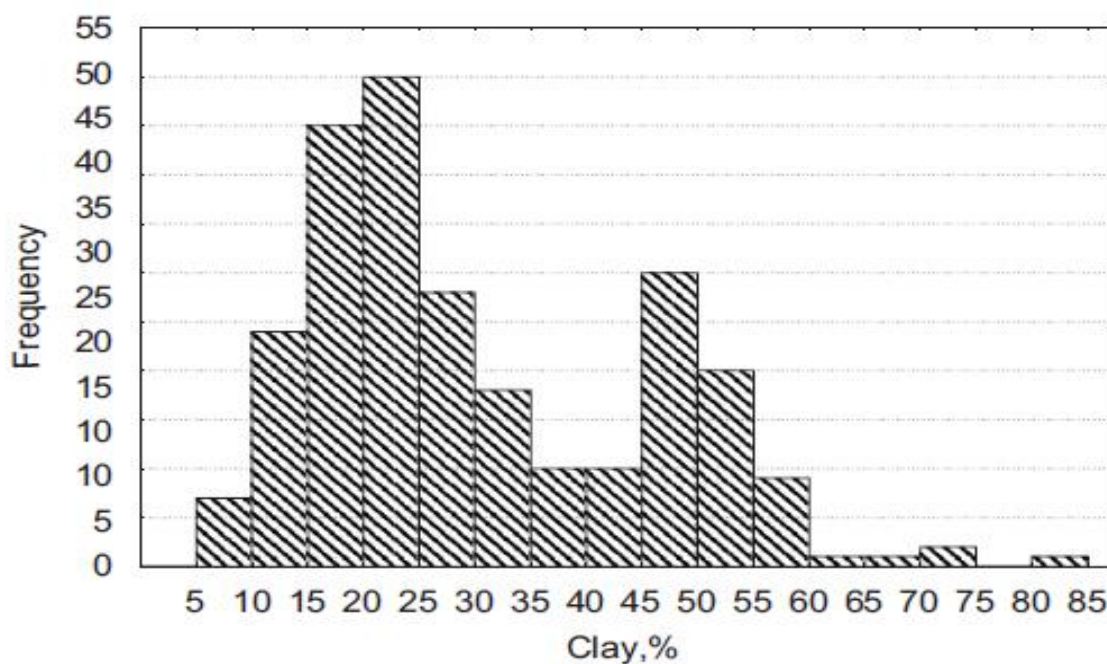
Nevertheless, some questions about its genesis are still unclear. For example, it is not known if all rock types are products of one or more types of sedimentary

processes. In addition, it is unknown if there is any correlation between fossils and lithofacies within these rocks [52].

## 2. Rock composition and REE distribution

### 2.1 Rock types

The petrography of Bazhenov Formation rocks has been studied by many authors who have proposed several classifications (Gurova, 1960; Ushatinsky, 1981; Dorofeeva et al., 1983; Filina et al., 1984; Saraev, 1987). The sections of the wells in the Bazhenov Formation are subdivided into the normal, more distributed, and anomalous ones. In general, some types of rocks are observed in the formation. Clayey-siliceous rocks and cherts, described later both as clayey-siliceous rocks and argillites, almost completely compose the normal sections. Sometimes, carbonates are also present in this type of the sections in minor amounts. The anomalous sections, which have been observed only in two wells, include members composed of clayey-silt-sandy rocks.

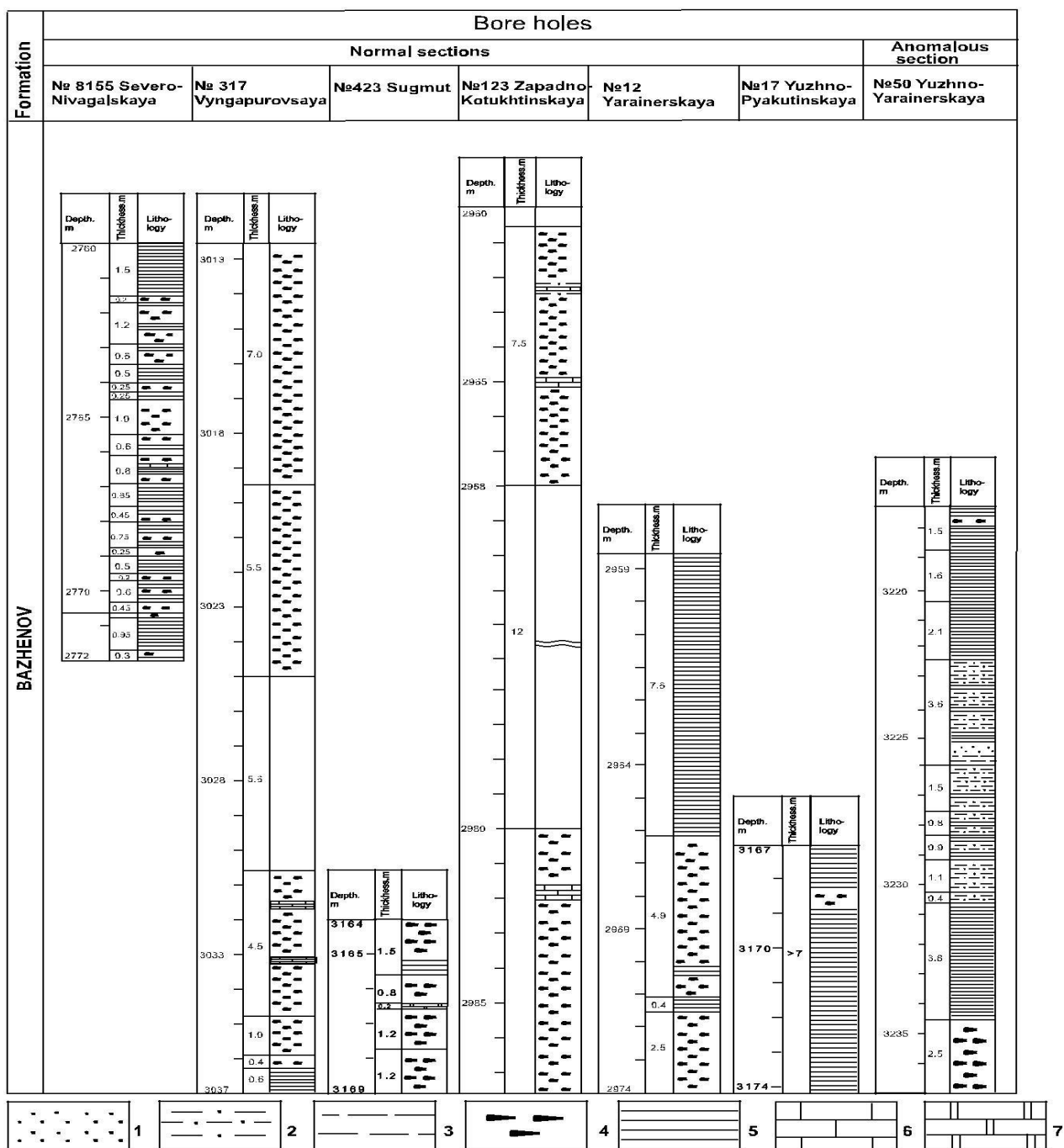


Picture 2.1 - Bar chart of the clay distribution in the Bazhenov Formation rocks [52].

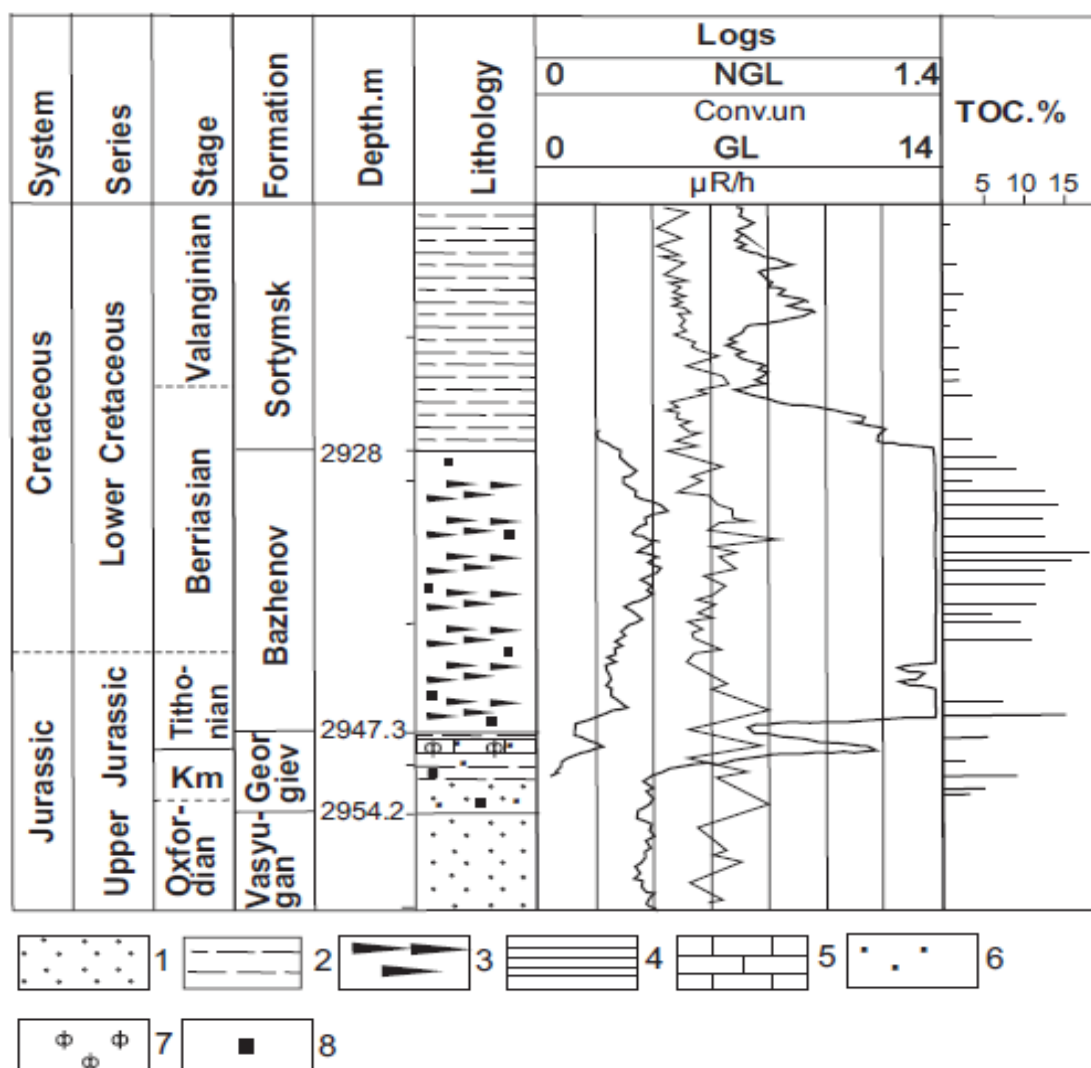
Exact petrographic determination of the clayey-siliceous rocks and argillites is based primarily on the clay content. A histogram of the clay material in these rocks shows that the distribution is bimodal (picture 2.1). The boundary between high- and low-clay rocks appears to be on a line corresponding to 40% clay. Rocks with clay content less than 40% are clayey-siliceous rocks while those with clay above 40% are considered argillites. The ratio between clayey-siliceous rocks and argillites in the investigated material is about 2:1. Presumably, this relationship holds for the entire region. The layers thickness of each of these rocks ranges from centimeters to meters [52].

Clayey-siliceous rocks and argillites are clearly distinguishable in cores. Characteristic features of clayey-siliceous rocks are a black color with a brown tint, flat chip, “oil” smell, and a high hardness due to the high silica content. These features are absent in the argillites. Instead, they have a gray color, rough chip, lower hardness, and lack of an “oil” smell. According to core and thin-section study the contact between clayey-siliceous rocks and argillites is sharp. There are no systematic variations in the development of these types of rocks in the sections. Argillites could be observed in every part of the Formation and they frequently alternate with clayey-siliceous rocks (picture 2.2). In some cases relatively thin layers of clayey-siliceous rocks are revealed in argillite members, in the other cases the situation is reversed. Some of the Bazhenov Formation sections consist entirely composed of clayey-siliceous rocks. The absence of any regularity in the distribution of two main rock types indicates that their formation does not correspond to some general environmental changes of the Bazhenov paleosea. Carbonate rocks are rare, represented by only 12 analyses and all consisted of thin layers (0.3–0.5 m) [52]. Some sections are composed of the clayey-siliceous rocks only, but sections completely composed of argillites were not encountered in this investigation. One of the sections of the normal type, which also included the underlying and overlying deposits, is given in (picture 2.3). It is seen that upper and lower borders of the Bazhenov Formation are uniquely defined from the rock composition, TOC content,

and LG diagram. In the studied area, the Bazhenov Formation is underlain by the Upper Oxfordian-Kimmeridgian–Lower Tithonian (Volgian) Georgiev Formation and is overlain by the Upper Berriasian Megion or Sortym formations. The thickness of the Georgiev Formation is rather small, mostly not more than 10 m. The formation consists of terrigenous and carbonate rocks of marine origin. Phosphorites, glauconites, and manganese carbonates are also typical of the formation (Zamirailova et al., 1999; Zanin et al., 2003, 2004). The deposits, overlying the Bazhenov Formation, are terrigenous, clayey-silty-sandy, and are suggested to form clinoforms (Nezhdanov, 2003) [52].



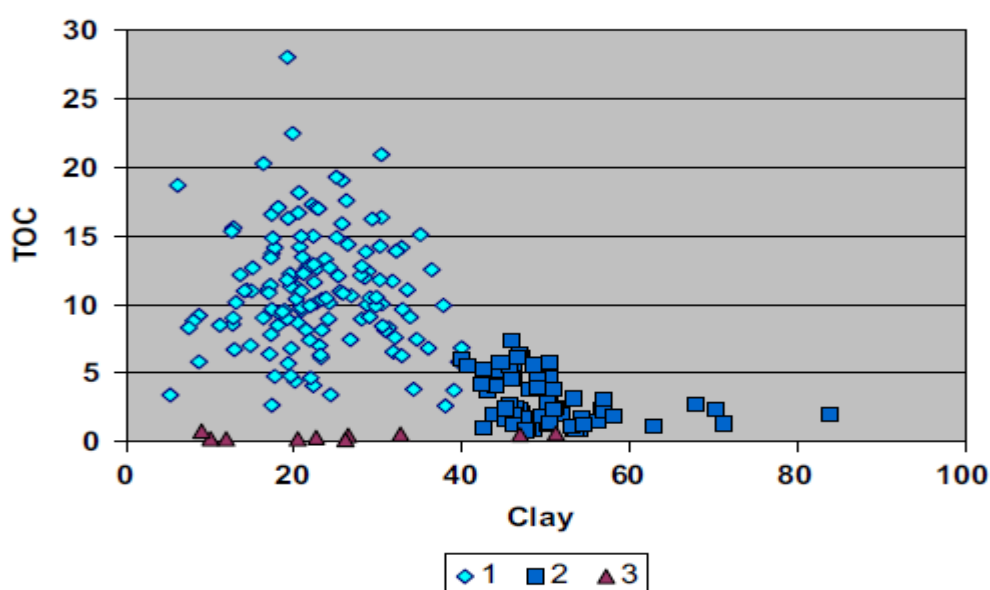
Picture 2.2 - General lithologic columns of some studied wells of the Bazhenov Formation: (1) sandstones and siltstones; (2) silty-sandy rocks; (3) clayey-silty rocks; (4) clayey-siliceous rocks and cherts (clayey-siliceous rocks); (5) argillites; (6) limestones; (7) dolomites [52].



Picture 2.3 - Stratigraphic-lithologic log of the well-710 of the Zapadno-Purpeyskaya area (by Beizel' et al., 2002), Legend: (1) sandstones and siltstones; (2) clayey-silty rocks; (3) clayey-siliceous rocks and cherts (clayey-siliceous rocks); (4) argillites; (5) limestones; (6) glauconite; (7) phosphorite nodules; (8) pyrite [52].

The main components of the analyzed clayey-siliceous rocks and argillites are quartz, clay minerals, organic matter, pyrite, and carbonate minerals. Quartz was observed in two forms: (1) relicts of radiolarian skeletons of varying preservation (the inner framing of these forms often consists of chalcedony); and (2) fine-crystallized quartz composing thin (a few millimeters) lenses. We interpret these forms as the result of radiolarian skeleton dissolution and redeposition of quartz. Quartz grains of

silt size (0,01 mm) are present in most cases at less than 3–5 %. Clay minerals are represented by illite, mixed illitemontmorillonite, chlorite and kaolinite. [52] Proper montmorillonite was rarely observed. Organic matter is disseminated in the rocks or observed as thin lenses. The relationship between clayey material and TOC for different rock types is shown in (picture 2.4). In the rocks of the Bazhenov Formation, pyrite is mainly not framboidal; framboids were recognized very indefinitely. Not-framboidal pyrite is composed of euhedral grains of two sizes: small (0,6–0,7 mm) and larger (1–1,5 mm), as it has also been observed in the Kimmeridgian Clay in southern England (Wignall and Newton, 1998). The size of the framboids which are not quite surely distinguished is 5–8 mm and they are composed of small pyrite grains. The clayey-siliceous rock which includes the described pyrite is characterized by TOC of 11,05% and DOP of 0,86 that allows us to distinguish the redox conditions of its formation as anoxic. Among carbonate minerals calcite and dolomite are most common with occasional siderite [52].



Picture 2.4 - Clayey material vs. TOC content in the different kinds of rocks of the Bazhenov Formation: (1) clayey-siliceous rocks; (2) argillites; (3) clayey-silt-sandy rocks of the anomalous sections [52].



The composition of anomalous sections is more complex than that of the normal ones, as they include the members of rocks, some of which—sand and siltstones—are actually anomalous for the Bazhenov Formation and have been observed nowhere but in these members. In the generalized form, the composition of these members is distinguished as clayey-silt-sandy, but really their composition ranges from mudstones to sandstone and siltstone, and all intermediate varieties of these rocks are also presented here.

The thicknesses of these members in two boreholes are 8,25 and 2,55 m, respectively. The total thickness of the Bazhenov Formation in these sections is 26 and 28 m [52].

The mineralogical composition of the Bazhenov Formation rocks as obtained by recalculation of the chemical analyses suggests that the contents of quartz and clay in clayey-siliceous rocks and argillites are very different. The average contents of quartz and clay in clayey-siliceous rocks are 42,61% and 22,91% while in argillites these amounts are 23,84% and 50,39%. In the sequence clayey-siliceous rocks—argillites—clayey-silt-sandy rocks the TOC content becomes substantially decreased (11,0–3,0–0,39%, respectively). In addition, there is also a decrease of pyrite (7,79–3,72–0,68%) and apatite (0,79–0,51–0,47%) contents in the same sequence of the main Bazhenov Formation rocks. The carbonate minerals calcite (2,84% and 1,58% correspondingly) predominates over dolomite (1,62% and 1,06%) in clayey-siliceous rocks and argillites, respectively. At the same time the carbonate mineral content in clayey-siliceous rocks (4,46%) is higher than in argillites (2,64%). The siderite is observed sometimes in argillites of the normal sections and in the different rocks of the abnormal members.

In carbonate rocks of the Bazhenov Formation dolomite (52,68%) predominates over calcite (18,2%). As for the anomalous clayey-silt-sandy rock sections, they include both calcite (11,21%) and dolomite (8,75%) [52].

## 2.2. Major-element and mineralogical composition

The chemical analyses of the samples reveal that clayey-siliceous rocks and argillites essentially differ in the content of organic carbon – 13,6 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 8,0 % and sulfide sulfur - 5,16 % for the clayey-siliceous rocks, and 2,7%, 17,6% and 2,4%, respectively, for the argillites. For the rocks with elevated  $\text{P}_2\text{O}_5$  contents, these values are 17,1 %, 9,17 % and 7,26 %, respectively, i.e. these samples are assigned to phosphate clayey-siliceous rocks; however, the average contents of  $\text{P}_2\text{O}_5$  in clayey-siliceous rocks (0,25%) and argillites (0,20%) are similar. The channel-type rocks of anomalous sections are characterized by the lowest average content of TOC of 0,6% in silty argillite and 0,24% in clayey-silt rock, but in a number of rocks it is below detection. Sulfide sulfur averages 0,6% in silty argillite and 0 – 1,09% in clayey-silt rocks; the contents of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  is 10,38% in silty argillite and 18,7 % in clayey-silt rock. Siderite was identified in the anomalous section channel suite of rocks, both by X-ray analyses and in thin sections. As regards the dolomites, they contain more than 70 % carbonate minerals; the share of other components is rather small. It seems, however, that the content of TOC,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and sulfide sulfur in carbonate rocks (2,9 %, 2,78 % and 2,7 %, respectively) is closer to clayey-siliceous rocks than to argillites [53]. The contents of  $\text{SiO}_2$  in clayey-siliceous rocks (51,8 %) and argillites (54,8 %) are similar, but in these rocks it corresponds to distinct mineral phases. Calculations of chemical analyses for the mineralogical composition reveal that the content of quartz, clay minerals and feldspars is 37,06%, 20,66 % and 6,50 % in clayey-siliceous rocks, and 24,76 %, 50,90 % and 12,2 1% in argillites, respectively. The average pyrite content is 9,5 % in clayey-siliceous rocks, 4,48 % in argillites, 5,09 % in carbonate rocks and only 0,97 – 1,0 % in the anomalous type rocks. The essential differences of clayey-siliceous rocks from argillites are higher contents of organic carbon, quartz (which are mainly of authigenic nature in the formation) and pyrite, but lower contents of clay minerals and feldspars in the former rocks. However, the lowest contents of

organic carbon and pyrite in the studied material characterize the rocks of anomalous sections.

### **2.3. REE distribution models**

The deposits within the formation can be subdivided into two main marine groups: (a) moderately hemipelagic deposits (clayey-siliceous, including phosphatic and carbonate rocks) and low-density distal clayey turbidites (argillites), both are considered as normal and (b) silty argillites and clayey-silt rocks, which are channel deposits and considered as anomalous. The hemipelagic rocks of normal sections, which are enriched in the rare-earth elements (REE), accumulated under both slow rates of sedimentation (clayey-siliceous rocks) and faster rates of sedimentation (argillites). The channel deposits of anomalous sections, which are impoverished in the REE, accumulated exclusively under fast rates of sedimentation [53].

Within the hemipelagic group the rate of sedimentation of the argillites was faster than of the clayey-siliceous rocks, but the REE concentration in the former rocks (140,4 ppm) is higher than in the latter group (97,4 ppm). The argillites are more than twice enriched in clayey material than clayey-siliceous rocks. It is likely that the clay fraction was the main carrier of REE in these rocks. In the channel group of rocks, the REE abundance in clayey-silt rocks (21,2 ppm) is lower than in the silty argillite (84,6 ppm), in which the clay content is elevated [53].

With respect to redox potential the Bazhenov Formation rocks can be subdivided further into three groups, based on the degree of pyritization index (DOP): (1) the highly reducing clayey-siliceous rocks of normal sections, with high DOP; (2) the substantially reducing argillites and carbonate rocks of normal sections, with intermediate DOP; (3) the moderately reducing rocks of anomalous sections with low DOP.

Thus, the Bazhenov Formation exemplifies the complex depositional conditions that influence the REE concentration in black shale. However, it is this

very complexity that has contributed to the development of six separate depositional models. (1) Phosphatic clayey-siliceous rocks of normal sections (367.95); (2) argillites of normal sections (130.73); (3) clayey-siliceous rocks of normal sections (85.97); (4) carbonate rocks, largely dolomites of normal sections (23.23); (5) silty argillites of anomalous sections (78.7) and (6) clayey-silt rocks of anomalous sections (19.66) [53].

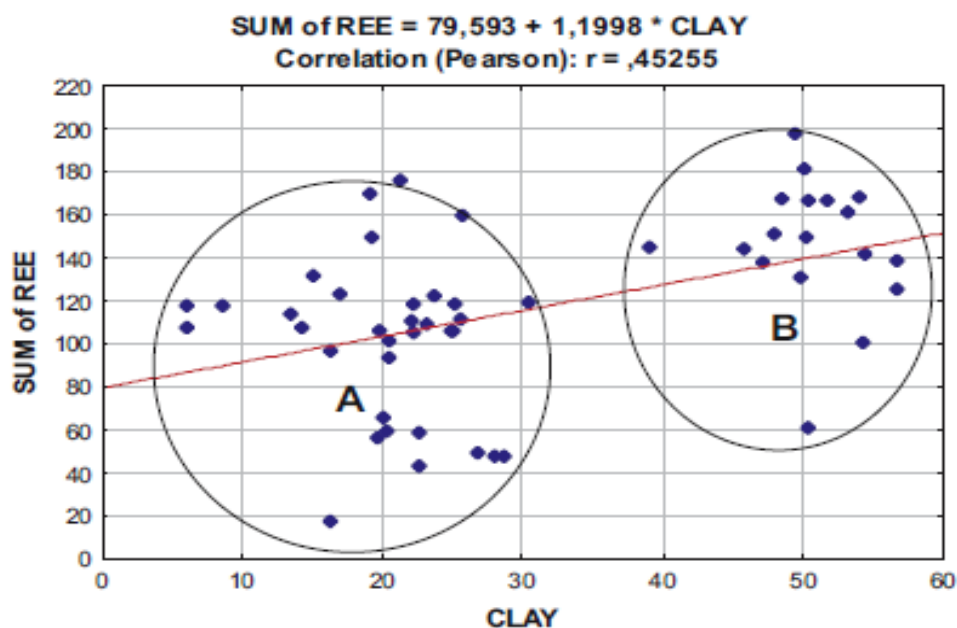
#### **2.4. Rock composition and REE distribution correlation**

The contents of REE in the black shales vary within close limits of 83–175 ppm. The average REE content in the main types of black shales of the Bazhenov Formation rocks – clayey-siliceous rocks and argillites – is close to their average content (131,4 ppm) in black shales by Yudovich and Ketris (1994). Phosphate-bearing rocks in the Bazhenov Formation are most enriched in REE [53].

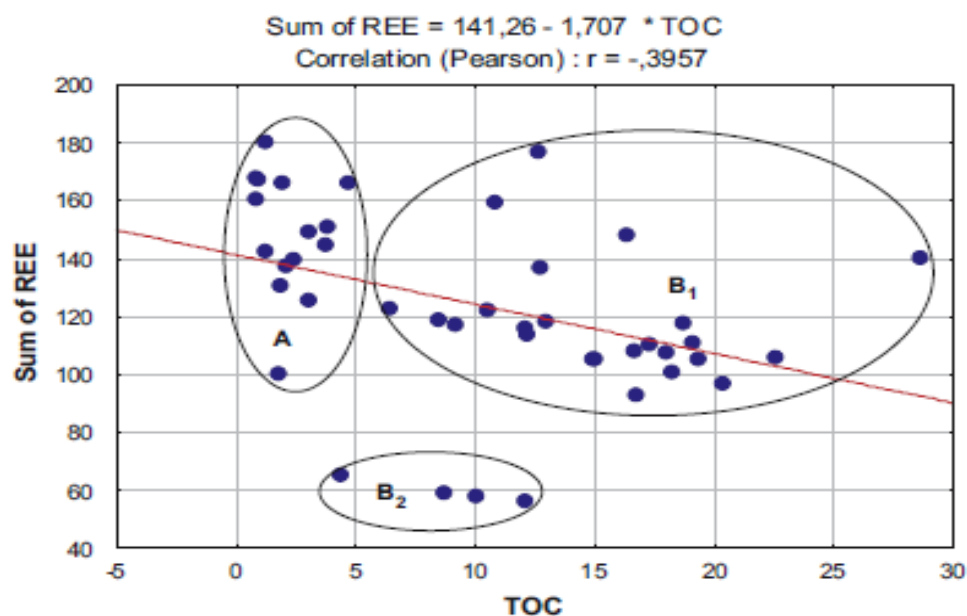
The argillites of the normal sections are second in the average REE content (140,4 ppm), and thus, exceed the REE content of the clayey-siliceous rocks (97,42 ppm). This seems to be related to increased contents of clay minerals in the argillites. In the normal sections the average clay content is 50,90% in argillites and 20,66% in clayey-siliceous rocks. Under conditions of very low contents of organic carbon, pyrite and apatite, the leading role of clay minerals as REE carrier in the anomalous members is clear.

The sorption of REE by clay minerals was reported by Milodowsky and Zalasiewich (1991) and Coppin et al. (2002). According to Dubinin (2006), the content of light REE is increased in more oxidized conditions of rock formation by sorption, and cerium by oxidation. As it has been shown above, DOP of the Bazhenov Formation normal sections of clayey-siliceous rocks is 0.9, of argillites, 0.56, indicating a much lower reducing environment for the argillites. The clayey-siliceous rocks have the third highest concentration of the REE (97.42 ppm). These rocks are enriched in organic carbon and pyrite but contain less clay minerals than

argillites. The role of organic matter and sulfides in the REE co in TOC in the Bazhenov Formation is shown in picture 2.5 and 2.6, respectively [53].



Picture 2.5 - Cross-plots of the clay content vs. sum of REE in the main rock types of the Bazhenov Formation. (A) Clayey-siliceous rocks and (B) argillites [53].



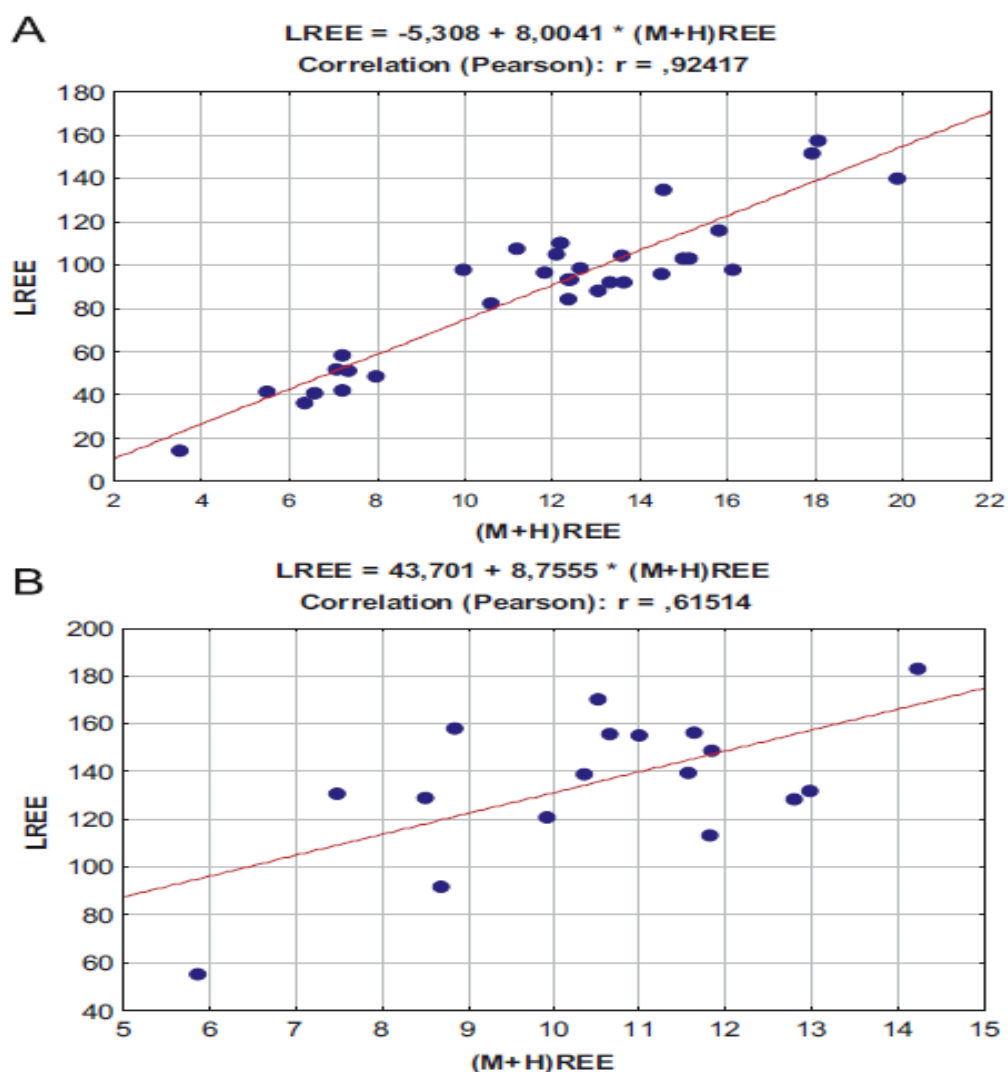
Picture 2.6 - Cross-plots of the TOC content vs. sum of REE in the main rock types of the Bazhenov Formation. (A) argillites, (B<sub>1</sub>) clayey-siliceous rocks and (B<sub>2</sub>) clayey-siliceous rocks with low REE content of borehole № 123 [53].

The average REE abundance in the rocks of the Bazhenov Formation conceal their variation between different sections/ areas and even in different intervals of the same section, although mineralogical compositions are very similar. So the contents of REE decrease in clayey-siliceous rocks and in argillites in the section of borehole no. 51 in comparison with the sections of borehole nos. 8155 and 2287. The REE content in clayey-siliceous rocks ranges from 47,2 to 47,58 ppm in the first of these boreholes and from 92,99 to 176,74 ppm in the second and third ones. In argillites the variations are 60,2–70,16 and 125,41–180,81 ppm, respectively. This distinction in the REE content between these boreholes is related to their different local situations. [53] The distribution of the REE in the clayey-siliceous rocks will be discussed separately for borehole no. 123, where three levels of the REE content are distinguished: 113,7–158,49 ppm (upper level), 56,27–65,32 ppm (middle level) and 9,4–17,4 ppm (lower level) at constant chemical-mineralogical composition of rocks. We relate this inequality of the REE content in rocks to local environmental differences during the formation of Bazhenov Formation.

### **3. Sedimentation rate and REE concentration**

In the normal sections, the rate of sedimentation of clayey-siliceous rocks, which represents hemipelagic deposits, was much lower than that of argillites, the product of the distal turbidites. The higher concentration of REE in argillites, in comparison with clayey-siliceous rocks, indicates that the composition of rocks (increased clay content in the argillites) was here more important than the rate of sedimentation. Contrastingly, in the clayey-silt rocks of the anomalous member (borehole no. 51) the clay content (21,5%) is comparable with the clayey-siliceous rocks of the normal sections (20,7%), but the contents of the REE in the latter are higher (97.4 ppm) than in the former (21,20 ppm).

The different rocks of the Bazhenov Formation differ not only in the total REE content, but also in ratios of LREE (La, Ce, Nd, Sm) to (M+H) REE (Eu, Gd, Tb, Yb, Lu). The average value of this ratio for argillites of the normal sections is 13,4, for silty argillites of the channel member 13,2 and for clayey-silt rocks of the anomalous member 12,7, whereas it is for clayey-siliceous rocks 7,5, for phosphatic clayey-siliceous rocks 7,37 and for carbonate rocks 7,45. It should be borne in mind that argillites are essentially enriched in clay minerals in comparison with clayey-siliceous rocks (50,9 % and 20,66 %, respectively), but depleted in TOC (2,49% and 13,5%) and pyrite (4,48% and 9,5%). Thus, rocks with high clay contents and low contents of TOC and pyrite (argillites) are enriched in LREE relative to the rocks with high TOC and pyrite contents, but low clay content (clayey-siliceous rocks), which are enriched in (M +H) REE. In spite of different total contents of REE, the ratio of SLREE to S (M +H) REE for each of the two main rocks types (clayey-siliceous rocks and argillites) generally persists (picture 3.1) [53].



Picture 3.1 - Cross-plots of LREE vs. (M+H) REE in the main rock types of the Bazhenov Formation. (A) clayey-siliceous rocks and (B) argillites [53].

The influence of sedimentation rate on the REE content in rocks is ambiguous. The high rate of sedimentation related to channel deposits of the anomalous member resulted in the lowermost REE concentration in the clayey-silt rocks. On the other hand, the high rate of sedimentation of argillites of the normal sections in comparison with that of clayey-siliceous rocks resulted in an increase in rather than a decrease in the REE contents [53].

There is a large dispersion in the redox potential values for Bazhenov Formation rocks. The average DOP value for the different rock types ranges from



0,19 to 0,94. Apparently, the variation in the redox potential had no significant influence on diversity of the total REE contents.

#### **4. Skeletal and nonskeletal biogenic material in accumulation of organic matter**

Organic matter of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous highly carbonaceous black-shale Bazhenov Formation in the central part of the West Siberian sea basin is composed of predominantly sapropelic planktonogenic material, which was earlier assumed to have derived from siliceous-skeletal microorganisms (first of all, radiolarians) and nonskeletal ones (bacteria and algae). [54] Comparative analysis for organic carbon in the formation rocks and in radiolarites and radiolarian oozes from some other areas showed that the siliceous-skeletal organisms make up <1% of the organic matter of the Bazhenov Formation. This is confirmed by correlation analysis of two main types of Bazhenov rocks — siliceous-argillaceous (bazhenovites) and argillaceous (mudstones), — which showed the absence of correlation between the contents of organic carbon and quartz (which is mainly authigenic) for both rocks.

Filina et al. (1984) established that the content of residual organic carbon in the formation rocks is 10–30 % lower than the initial one. According to Kontorovich et al. (1971), the TOC loss might have been 30–40 and even 50 %. But even with disregard to this loss, various samples contain 9 to 54 % OM per 100 % SiO<sub>2</sub>. Thus, a reasonable question arises: Could radiolarians whose siliceous skeletons served as a source of the siliceous material of the Bazhenov Formation have supplied the presently observed amount of organic carbon? To settle the question, the ratio of the contents of the above components in radiolarites and radiolarian oozes is studied. [54] On the conversion of quartz content to 100%, the content of OM in these rocks reaches 1 %, whereas the conversion to the actual average quartz content in the Bazhenov Formation (not reaching 50 %) yields no more than 0,5 % OM. Note that with any assumptions, radiolarites supplied the least amount of OM to the Bazhenov

Formation. This seems to be in contradiction with data of earlier statistical analyses, which showed a significant positive correlation between the contents of organic carbon and quartz (Zanin et al., 1997) or SiO<sub>2</sub> (Gurari et al., 1988) in the Bazhenov Formation rocks [54].

According to modern concepts (Moryta, 1980; Vasconcelos and McKenzie, 1997), the formation of authigenic carbonate minerals (both calcite and dolomite) takes place in marine environments with the active participation of bacteria. This is valid for authigenic calcite of the Bazhenov Formation. But the contribution of carbonate-skeletal organisms to the accumulation of OM in the Bazhenov Formation is also obvious. [54] Thus, these organisms, along with bacteria favoring the formation of authigenic calcite and sulfate-reducing bacteria, participated in the concentration of OM of the Bazhenov Formation. It is supposed that, as in the case of radiolarians, skeletal forms played a subordinate role in the process, which is supported by the total low content of calcite in the rock.

Thus, the organic matter of the Bazhenov Formation is almost totally related to nonskeletal organisms, with siliceous- and carbonate-skeletal organisms playing a minor role in its accumulation [54].

Most researchers consider the black shale Bazhenov Formation as the main source of petroleum in the West Siberian fields. Detailed sedimentological, mineralogical and geochemical investigations reveal that there are three main types of Bazhenov Formation rocks: clayey-siliceous; argillites; and anomalous clayey-silt-sandy rocks. The first type is characterized by more frequent benthic and planktonic fossils, extreme reducing conditions and lower rates of sedimentation in comparison with the argillites. The clayey-silt-sandy anomalous rocks are non-fossiliferous, were deposited in oxic conditions, and are characterized by the highest rates of sedimentation. It can be concluded that the clayey-siliceous rocks were deposited in moderately hemipelagic environments, the argillites were products of distal turbidities, and the anomalous clayey-silt-sandy rocks were deposited in channels [52].